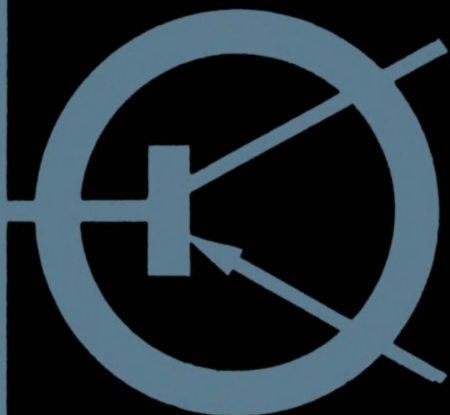




p-n-p  
n-p-n



$I_{\text{ко}}$   $V$   
 $I_{\text{кн}}$   $I_{\text{эо}}$   $I_{\text{б}}$

С. Г. СОЛДАТЁНКОВ

# ИЗМЕРИТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ТРАНЗИСТОРОВ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

---

*Выпуск 765*

С. Г. СОЛДАТЕНКОВ

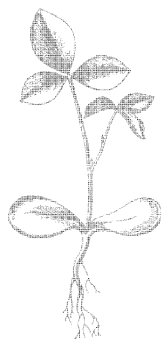
ИЗМЕРИТЕЛИ  
ПАРАМЕТРОВ  
ТРАНЗИСТОРОВ



«ЭНЕРГИЯ»

---

МОСКВА 1971



Scan AAW

6Ф2.08

С 60

УДК 621.317.799.621.382

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Берг А. И., Борисов В. Г., Бурдейный Ф. И., Бурлянд В. А.,  
Ванеев В. И., Геништа Е. Н., Жеребцов И. П., Канаева А. М.,  
Корольков В. Г., Кренкель Э. Т., Куликовский А. А., Смирнов А. Д.,  
Тарасов Ф. И., Шамшур В. И.

**Солдатенков С. Г.**

С 60 Измерители параметров транзисторов, М., «Энергия», 1971.

48 с. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 765.)

В брошюре описаны схемы и конструкции пяти приборов переносного типа для проверки и измерения основных параметров транзисторов в режиме постоянного тока.

Брошюра рассчитана на подготовленных радиолюбителей.

**3-4-5**

**6Ф2.08**

**343-70**

*Солдатенков Сергей Григорьевич*  
**Измерители параметров транзисторов**

Редактор *Н. М. Поляков*  
Обложка художника *П. П. Перевалова*  
Технический редактор *Л. Н. Никитина*  
Корректор *Г. Г. Желтова*

---

Сдано в набор 31/III 1970 г.	Подписано к печати 15/II 1971 г.	Т-03043
Формат 84×108 <sup>1</sup> / <sub>32</sub>		Бумага типографская № 2
Усл. печ л. 2,52		Уч.-изд. л. 3,04
Тираж 45 000 экз.	Цена 13 коп.	Зак 11 65

---

Издательство «Энергия». Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Главполиграфпрома  
Комитета по печати при Совете Министров СССР.  
Шлюзовая наб., 10.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Самыми распространенными полупроводниковыми приборами, применяемыми радиолюбителями в своих конструкциях, являются диоды и транзисторы. При ремонте и изготовлении аппаратуры возникает необходимость в проверке исправности и измерении некоторых основных параметров и подборе транзисторов.

В брошюре описаны схемы и конструкции пяти измерителей параметров транзисторов, с помощью которых можно измерять основные параметры транзистора: начальный ток коллектора  $I_{к.н.}$ , обратный ток коллектора  $I_{к.о.}$ , обратный ток эмиттера  $I_{э.о.}$  и коэффициент усиления по постоянному току  $B$ . Пределы измерения параметров довольно широки, а режимы измерения во многих случаях близки к указанным в справочниках.

Все приборы просты в изготовлении и при правильной сборке не требуют налаживания.

## ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТРАНЗИСТОРОВ

Транзистор как активный элемент можно представить в виде устройства, имеющего два входных зажима, на которые сигнал подается, и два выходных, с которых сигнал снимается. В виде такого устройства можно представить любой прибор для передачи сигнала (усилитель, трансформатор, повторитель и т. д.). Это устройство называется четырехполюсником; если мощность сигнала в выходной цепи четырехполюсника больше мощности сигнала во входной, то четырехполюсник называется активным.

При малых сигналах, поданных на вход, транзистор представляет собой линейный четырехполюсник, параметры которого изменяются незначительно при довольно больших изменениях входного сигнала. Эти параметры транзистора называются параметрами малого сигнала, или  $h$ -параметрами.

Система  $h$ -параметров состоит из четырех величин:

$h_{11}$  — входное сопротивление при коротком замыкании на выходе,  $ом$ ;

$h_{12}$  — коэффициент обратной связи по напряжению при холостом ходе на входе;

$h_{21}$  — коэффициент усиления по току при коротком замыкании на выходе;

$h_{22}$  — выходная проводимость при холостом ходе на входе,  $ом^{-1}$ .

Коэффициент усиления по току  $h_{21}$  для схемы с общей базой обозначается символом  $\alpha$ , а для схемы с общим эмиттером —  $\beta$ .

Все  $h$ -параметры связаны между собой двумя уравнениями:

$$U_1 = h_{11}I_1 + h_{12}U_2;$$

$$I_2 = h_{21}I_1 + h_{22}U_2,$$

где  $U_1$  — напряжение входного сигнала;  $I_1$  — ток во входной цепи;  $U_2$  — выходное напряжение;  $I_2$  — ток в выходной цепи.

Физический смысл  $h$ -параметров можно пояснить следующими рассуждениями.

Если предположить, что в первом уравнении  $U_2=0$ , то  $U_1 = h_{11}I_1$  и  $h_{11} = U_1/I_1$ . Таким образом,  $h_{11}$  — входное сопротивление транзистора при коротком замыкании на выходе.

Если в первом уравнении  $I_1=0$ , то  $U_1 = h_{12}U_2$ ; отсюда  $h_{12} = U_1/U_2$ . Параметр  $h_{12}$  показывает, какая доля выходного напряжения попадает на вход транзистора вследствие внутренней обратной связи. Из второго уравнения видно, что при  $U_2=0$   $h_{21} = I_2/I_1$ , т. е. параметр  $h_{21}$  показывает, во сколько раз ток в выходной цепи больше тока во входной, поэтому  $h_{21}$  — коэффициент усиления по току.

При  $I_1=0$   $h_{22} = I_2/U_2$ , т. е. параметр  $h_{22}$  определяет выходную проводимость транзистора при холостом ходе на входе.

Малосигнальные  $h$ -параметры измеряются в режиме синусоидального переменного тока на низкой частоте (примерно 100—1 000 гц).

У транзисторов, работающих на высоких частотах, измеряется комплекс специальных параметров, характеризующих их усилительные свойства на этих частотах.

Граничная частота коэффициента усиления по току в схеме с общей базой  $f_\alpha$  — та частота, на которой значение  $\alpha$  снижается до 0,7 своего значения на низкой частоте. Так как на низкой частоте значение  $\alpha \approx 1$ , то  $f_\alpha$  определяется как частота, на которой  $\alpha = 0,7$ . В схеме с общим эмиттером граничная частота всегда ниже его граничной частоты в схеме с общей базой.

Максимальная частота генерации  $f_{ген}$  — наибольшая частота, на которой транзистор способен генерировать. Этот параметр характеризует собой верхний частотный предел работы транзистора.

В последние годы у высокочастотных транзисторов вместо  $f_\alpha$  и  $f_{ген}$  измеряется предельная частота усиления по току в схеме с общим эмиттером  $f_T$ , по значению которой классифицируются транзисторы в соответствии с ГОСТ 10862-64 на частотные группы. Это частота, на которой коэффициент усиления по току  $\beta$  снижается до единицы.

У некоторых высокочастотных транзисторов измеряют величину модуля  $\beta$  на определенной, оговоренной техническими условиями частоте. Зная значение модуля  $\beta$  и частоты, на которой он измеряется, можно вычислить предельную частоту усиления по току:  $f_T = |\beta|/f$ .

Емкость коллектора  $C_K$  (емкость перехода база — коллектор на определенной частоте) измеряют при обратном напряжении на переходе. Сопротивление базы на высокой частоте  $r'_b$  измеряют в схеме с общей базой как сопротивление обратной связи.

Значения  $C_K$  и  $r'_b$  обычно отдельно не измеряются, измеряется и указывается в справочниках их произведение  $r'_b C_K$  (постоянная времени цепи обратной связи). Этот параметр имеет размерность

времени. Параметры  $r'_b$  и  $C_k$  ограничивают усиление транзисторов на высоких частотах.

Отдельную группу параметров составляют параметры большого сигнала, измеряемые обычно у мощных транзисторов.

Самый важный параметр большого сигнала — коэффициент усиления по постоянному току  $B$  в схеме с общим эмиттером, который показывает, во сколько раз постоянный ток в цепи коллектора больше постоянного тока, протекающего в цепи базы. Так же как и параметр малого сигнала  $\beta$ , коэффициент усиления  $B$  определяет усиление транзистора.

В приборах, описанных в данной брошюре, значение  $B$  определяется на постоянном токе, что позволяет обнаружить наличие такого вредного явления в транзисторе, как «текучесть» коллекторного тока, вызванная дефектами технологии производства, нарушением герметичности транзистора и т. д. Это явление нарушает стабильность работы устройств и приборов, в которых применены усилители постоянного тока на транзисторах.

Необходимость измерения  $B$  вызвана также тем, что часто бывает нужно подобрать транзистор с вполне определенным значением  $B$ , а в справочниках обычно указывается либо наименьшее для данного типа транзисторов значение  $B$ , либо интервал возможных значений (например, у П13— $B \geq 12$ , у П26Б— $B = 30 \div 80$ , у П4— $B \geq 5$  и т. д.). Если измерять коэффициент усиления  $B$  мощных транзисторов на постоянном токе, то при больших коллекторных токах будет происходить сильный разогрев транзисторов, поэтому величина  $B$  определяется в режиме прямоугольных импульсов на частоте 50 гц, которые при их большой длительности можно условно считать постоянным током.

Крутизна характеристики  $S$ , измеряемая у мощных транзисторов, показывает приращение тока коллектора (в амперах) при изменении напряжения эмиттер — база на 1 в. Параметр  $S$  транзисторов, измеряемый в схеме с общим эмиттером, аналогичен параметру  $S$  электронной лампы.

При использовании транзисторов в различных схемах необходимо знать параметры предельных режимов работы транзистора и тепловые параметры, превышать которые во избежание выхода транзисторов из строя недопустимо. Эти параметры составляют группу предельно допустимых эксплуатационных параметров.

Мощность  $P_k$ , рассеиваемая на коллекторе, является мощностью; бесполезно расходуемой на нагревание транзистора. Определяют предельно допустимую мощность  $P_{k, \text{макс}}$ , рассеиваемую коллектором, при которой не наблюдается чрезмерного нагрева транзистора, ведущего к выходу последнего из строя.

Различают максимально допустимое напряжение на коллекторе в схеме включения транзистора с общей базой и общим эмиттером. В первом случае — это наибольшее обратное напряжение  $U_{k, б, \text{макс}}$ , которое можно прикладывать к переходу коллектор — база при отключенном эмиттере. Во втором случае — это наибольшее относительно эмиттера напряжение коллектора при отключенной базе, обозначаемое  $U_{k э, \text{макс}}$ .

Максимально допустимое обратное напряжение на эмиттере  $U_{б, э, \text{макс}}$  — это наибольшее обратное напряжение на переходе база — эмиттер при отключенном коллекторе.

Максимальный ток коллектора в режиме усиления  $I_{k, \text{макс}}$  — наибольший постоянный ток, который может протекать в цепи кол-

лктора транзистора, не вызывая сокращения срока его службы или необратимого изменения его свойств.

Наибольшая температура коллекторного перехода определяет верхнюю температурную границу работы транзистора.

Однако радиолюбителю в большинстве случаев важно знать лишь те немногие параметры, которые позволяют судить о качестве изготовления и стабильности работы транзистора, а также о его способности усиливать электрические сигналы. Эти немногие параметры называются параметрами постоянного тока. Их значение может быть непостоянным в течение времени, изменяясь в основном от температуры.

Самые важные параметры постоянного тока — начальный ток коллектора  $I_{к.н.}$ , обратный ток коллектора  $I_{к.о.}$ , обратный ток эмиттера  $I_{э.о.}$  и коэффициент усиления по постоянному току  $B$ .

По величине начального тока коллектора  $I_{к.н.}$  можно судить о качестве изготовления транзистора. Этот ток измеряется при постоянном напряжении на коллекторе. У доброкачественного транзистора начальный ток коллектора не должен увеличиваться в течение времени измерения и должен иметь значение, оговоренное в технических условиях, в противном случае возможно нарушение работы схемы при изменении температуры окружающей среды. При подборе транзисторов в двухтактные усилительные каскады и схемы усилителей постоянного тока желательно иметь одинаковые начальные токи обоих транзисторов, так как несоблюдение этого условия приведет к появлению нелинейных искажений в усилителях частоты и неравномерного усиления сигналов различной полярности в усилителях постоянного тока. В каскадах усиления большое значение  $I_{к.н.}$  приведет к нарушению термостабильности схемы. Начальный ток коллектора достигает 50 мкА у маломощных и 5 мА у мощных транзисторов и почти не зависит от рабочего напряжения. При повышении температуры окружающей среды на каждые 10°С начальный ток коллектора увеличивается приблизительно вдвое.

Обратный ток коллектора  $I_{к.о.}$  — это обратный ток перехода база — коллектор при отключенном эмиттере, измеряемый так же, как и начальный ток  $I_{к.н.}$ , при постоянном напряжении на коллекторе.

По величине  $I_{к.о.}$  можно судить о температурной стабильности транзистора. Чем меньше значение  $I_{к.о.}$ , тем лучше транзистор и выше надежность его работы в схеме. Температурная зависимость обратного тока коллектора такая же, как и начального тока коллектора. У маломощных транзисторов величина  $I_{к.о.}$  не превышает десятков, у транзисторов средней и большой мощности — сотен микроампер. Большая величина обратного тока коллектора мощных транзисторов резко ограничивает их выходную мощность, поэтому в выходных каскадах усилителей низкой частоты надо применять транзисторы, имеющие малое значение  $I_{к.о.}$ .

Обратный ток эмиттера  $I_{э.о.}$  — это обратный ток перехода база — эмиттер при отключенном коллекторе, так же вредно влияющий на работу транзистора, как и  $I_{к.н.}$  и  $I_{к.о.}$ , особенно в импульсном режиме. Этот ток зависит от температуры так же, как начальный и обратный ток коллектора, так как по своей природе этот ток тоже является обратным током  $p$ - $n$ -перехода транзистора. Обратный ток эмиттера измеряется при постоянном напряжении на эмиттерном переходе и имеет значение, немного отличающееся от значения  $I_{к.о.}$  (обычно меньше).

## МЕТОДЫ ПРОВЕРКИ И ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРАНЗИСТОРОВ

Простейшие испытания транзисторов на целостность *p-n*-переходов можно провести с помощью омметра. При этом достаточно проверить на короткое замыкание перехода база — коллектор и база — эмиттер.

При проверке перехода база—коллектор у транзисторов типа *p-n-p* «плюс» омметра подключают к базе, а «минус» — к коллектору. Омметр должен показать высокое сопротивление (около нескольких мегом у маломощных и нескольких десятков килоом у мощных транзисторов). Затем полярность подключения щупов омметра меняется, и омметр должен показать сопротивление, в десятки раз меньшее по сравнению с первым. Если в первом и втором случае омметр покажет « $\infty$ », то имеет место обрыв в переходе, если же «0» — переход пробит.

Проверку перехода база — эмиттер можно производить только у низкочастотных транзисторов. Проверять переход база — эмиттер высокочастотных транзисторов с помощью омметра нельзя во избежание его пробоя, так как напряжение проверки, задаваемое омметром, превышает величину максимально допустимого обратного напряжения база — эмиттер. При проверке этого перехода «плюс» омметра подключается к базе, а «минус» — к эмиттеру, при этом омметр должен показать большое сопротивление. При перемене полярности показание омметра будет в десятки раз меньше.

При оценке годности транзисторов типа *n-p-n* полярность подключения щупов омметра меняется на противоположную по сравнению с полярностью подключения их при проверке транзисторов типа *p-n-p*.

Описанные проверки — самые простейшие, доступные для радиолюбителя не имеющего в своем распоряжении специальных приборов для проверки транзисторов. С помощью этих измерений можно лишь установить исправность транзистора.

В самодельных приборах, описанных в этой брошюре, перед измерением параметров транзисторов предусмотрена проверка переходов на пробой. Это сделано по следующей причине.

Обычно при измерении обратных токов переходов в различного рода испытателях транзисторов, описанных в радиолюбительской литературе, применяется ограничивающий резистор, включаемый последовательно с проверяемым переходом. При больших обратных токах на этом резисторе падает напряжение, сравнимое с напряжением источника питания. Это напряжение вычитается из напряжения источника, и в результате на проверяемом переходе транзистора получается напряжение, меньшее напряжения батареек. Это особенно заметно при проверке транзисторов с различными сопротивлениями *p-n*-переходов (напряжения для измерения обратных токов будут различны, что нарушит режим измерения).

Во всех описанных в брошюре измерителях параметров транзисторов это сопротивление с целью сохранения режимов измерения обратных токов исключено, поэтому во избежание выхода прибора из строя при измерении обратных токов пробитых переходов введены операции проверки переходов на пробой (короткое замыкание переходов).

Принцип проверки короткого замыкания переходов основан на измерении вольтметром, состоящим из установленного в приборе



микроамперметра и подключенного к нему добавочного резистора  $R_d$ , напряжения, падающего на резисторе  $R_{изм}$ , включенном последовательно с проверяемым переходом, причем на переход подается обратное напряжение (рис. 1). Сопротивление включенного последовательно с переходом резистора во много раз меньше обратного сопротивления перехода, но больше его прямого сопротивления. Если структура перехода не нарушена (переход цел), то на резисторе  $R_{изм}$  выделится незначительное напряжение и стрелка вольтметра

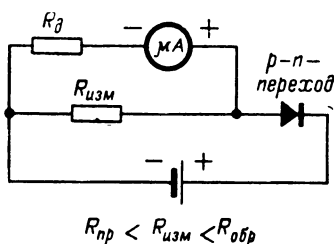


Рис. 1. Принцип проверки наличия пробоя  $p-n$ -перехода (для примера приведен диод).

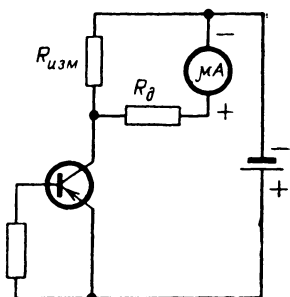


Рис. 2. Схема проверки пробоя перехода эмиттер—коллектор.

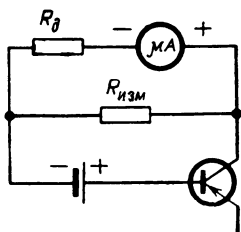


Рис. 3. Схема проверки пробоя перехода база—коллектор.

отклонится незначительно. Если переход пробит, то все напряжение батареи выделится на измерительном резисторе, что будет заметно по полному отклонению стрелки прибора.

Сопротивление добавочного к микроамперметру резистора подобрано таким образом, чтобы полное отклонение стрелки происходило при напряжении, равном напряжению батареи питания.

При проверке короткого замыкания переходов сначала проверяется переход эмиттер—коллектор, затем

база—коллектор и база—эмиттер. Схемы испытаний приведены на рис. 2—4.

Особенностью проверки на пробой перехода база—эмиттер высокочастотных транзисторов является подача на переход пониженного напряжения ввиду малой толщины этого перехода и возникающей при этом возможности его пробоя при проверке. Например, по техническим условиям ток  $I_{з.о.}$  у транзисторов типа 1Т303 измеряется при напряжении 1,6 в; 2Т301—3 в; П401—П403—1 в; П416—2 в; П501—1 в; П605—П606—1 в; П701—3 в и т. д. Это напряжение снимается с резистора  $R_1$  (рис. 4,б) делителя  $R_1R_2$ , подключаемого к источнику, и подается на переход база—эмиттер высокочастотного транзистора. Схема проверки перехода база—эмиттер высокочастотных транзисторов приведена на рис. 4,б.

После того как будут проверены на пробой переходы, можно приступить к измерению обратных токов переходов и коэффициента

усиления по постоянному току. Начальный ток коллектора измеряется по схеме рис. 5, обратный ток коллектора — рис. 6, обратный ток эмиттера — рис. 7. При измерении начального тока коллектора в цепь эмиттер — база включается резистор сопротивлением 510  $\Omega$  (для маломощных транзисторов) или 2  $\Omega$  (для мощных транзисторов). Ввиду отсутствия ограничительных сопротивлений при измерении обратных токов режимы их измерения строго фиксированы.

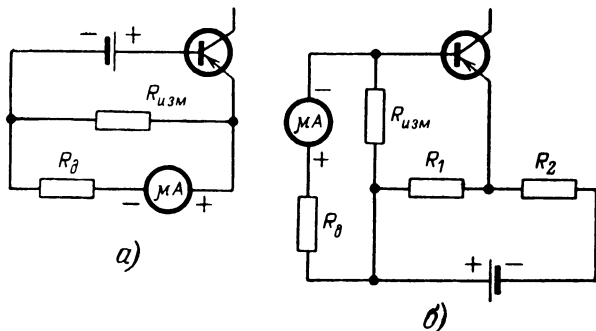


Рис. 4. Схема проверки пробоя перехода база—эмиттер.

а — низкочастотных транзисторов; б — высокочастотных транзисторов.

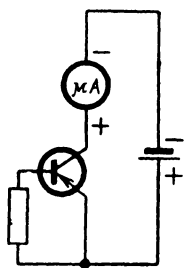


Рис. 5. Схема измерения  $I_{к.п.}$

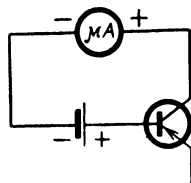


Рис. 6. Схема измерения  $I_{к.о.}$

Для повышения точности отсчета результатов измерений применены три предела измерения обратных токов.

Измерение коэффициента усиления по постоянному току может быть произведено при фиксированных токах базы или коллектора. Преимущество первого способа — возможность визуального наблюдения явления «текучести» тока коллектора и оценки его величины в течение времени измерения при неизменном токе, протекающем в цепи базы. Это очень важно при выборе транзисторов для схем усилителей постоянного тока. Недостаток заключается в том, что нельзя сравнивать между собой транзисторы с различным усилением по току, так как при одних и тех же токах в цепях баз двух транзисторов, имеющих различные коэффициенты усиления, в цепях

коллекторов потекут различные токи, и эти транзисторы невозможно будет сравнивать между собой на одном уровне, потому что от тока коллектора зависит коэффициент усиления. На рис. 8 приведен график зависимости  $B$  от  $I_K$  у транзисторов типа П203.

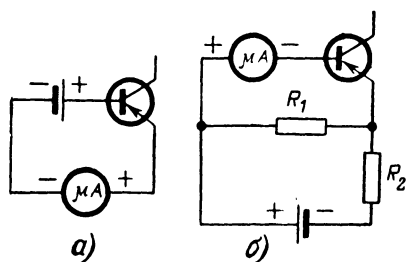


Рис. 7. Схема измерения  $I_{a.o.}$ .  
а — низкочастотных транзисторов; б — высокочастотных транзисторов.

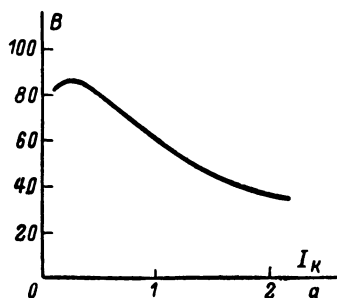


Рис. 8. График зависимости  $B$  от  $I_K$  в схеме с общим эмиттером у транзисторов типа П203.

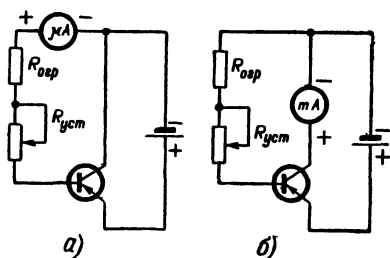


Рис. 9. Схема измерения  $B$ .  
а — установка фиксированного тока базы при  $I_6 = \text{const}$ ; измерение тока базы ( $B$ ) при  $I_K = \text{const}$ ; б — измерение тока коллектора ( $B$ ) при  $I_6 = \text{const}$ .

Принцип измерения  $B$  при  $I_6 = \text{const}$  состоит в установке фиксированного значения тока в цепи базы и измерении при этом величины тока коллектора. По схеме рис. 9, а устанавливается фиксированный ток базы, по схеме рис. 9, б измеряется ток коллектора (коэффициент усиления по постоянному току). Коэффициент усиления приблизительно может быть определен как отношение  $I_K/I_6$ . При  $I_6 = \text{const}$   $B = K/I_K$  (где  $K$  — постоянная величина), поэтому шкала прибора для измерения  $B$  линейна. Она градуируется непосредственно в значениях  $B$ . Более точно  $B$  можно определить, устанавливая два значения тока базы и измеряя при этих токах токи коллектора. Тогда

$$B = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_6} = \frac{I'_K - I''_K}{I'_6 - I''_6}.$$

Имеется возможность измерения  $B$  с учетом  $I_{K.o.}$ . В этом случае значение  $I_{K.o.}$  вычитается из устанавливаемого тока базы.

Определение величины  $B$  вторым способом при  $I_K = \text{const}$  имеет своей задачей проверять транзисторы при одинаковых коллекторных токах и на этом уровне сравнивать их по усилению, что важно при выборе транзисторов для двухтактных каскадов.

При измерении  $B$  при  $I_K = \text{const}$  для маломощных транзисторов ток коллектора выбирается равным 5 ма, для мощных — 250 ма. Такие режимы проверки тран-

зисторов можно использовать и рекомендовать в приборе переносного типа. Для мощных транзисторов ток величиной 250 *ма* не вызывает сильного разогрева транзистора при быстрой проверке его без радиатора, и в то же время данное значение выбрано большим наименьшего рабочего тока мощных транзисторов (например, наименьший рабочий ток транзисторов типа П4 составляет 80 *ма*).

При условии поддержания постоянных рекомендуемых фиксированных токов коллектора имеется возможность непосредственного отсчета значения *B* по шкале при измерении прибором тока базы.

Так как  $B = I_K / I_6$ , то при  $I_K = \text{const}$  имеем  $B = K \frac{1}{I_6}$  (где  $K$  — постоянная величина), т. е. шкала прибора для измерения *B* при этом способе измерения имеет нелинейный характер.

По схеме рис. 9,б устанавливается фиксированный ток коллектора, по схеме рис. 9,а измеряется ток базы (коэффициент усиления).

## САМОДЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ И ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРАНЗИСТОРОВ

Эти приборы служат для проверки на пробой *p-n*-переходов и измерения параметров постоянного тока маломощных и мощных, высокочастотных и низкочастотных транзисторов типов *p-n-p* и *n-p-n*, выпускаемых промышленностью, методами, разобранными ранее.

Любым из приборов можно пользоваться при отборе транзисторов в лаборатории ремонта радиоаппаратуры, цехе, мастерской ремонта бытовых радиоприборов для быстрой оценки качества и измерения основных параметров выбираемых и проверяемых транзисторов.

Самый простой из приборов по схеме и конструкции — ИПТ-1С(м). С помощью приборов ИПТ-1С(м) и ИПТ-2С можно кроме проверки и измерения параметров транзисторов измерять сопротивления высокоомных резисторов, постоянные токи и напряжения, а также проверять исправность полупроводниковых диодов и конденсаторов, измерять обратные токи диодов и ток утечки малогабаритных электролитических конденсаторов. Прибор ИПТ-2С отличается от ИПТ-1С(м) расширением пределов измерения постоянных токов и напряжений, изменением конструкции при незначительном увеличении габаритов и повышением удобства в работе с прибором.

Прибор ИПТ-3С отличается от предыдущих большим удобством в эксплуатации (применены один переключатель параметров, телефонный ключ для выбора пределов измерения обратных токов и три переключателя для измерения параметров различного типа транзисторов). Увеличено напряжение проверки мощных транзисторов и введена возможность измерения обратного тока эмиттера высокочастотных транзисторов. Все три прибора измеряют коэффициент усиления при фиксированном токе базы.

Для измерения коэффициента усиления при фиксированном для всех транзисторов токе коллектора сконструирован и изготовлен прибор, получивший название ИПТ-4С. С его помощью можно измерять также обратные токи переходов и проверять пробой перехода эмиттер — коллектор.

Последним прибором из серии измерителей параметров транзисторов, объединяющим в себе проверку пробоя всех переходов транзистора, измерение обратных токов этих переходов и коэффициента усиления по постоянному току двумя рассмотренными способами, является прибор ИПТ-5С. В этом приборе учтены все преимущества предыдущих испытателей транзисторов.

Самодельные приборы позволяют измерять начальный ток коллектора  $I_{к.н.}$ , обратные токи коллектора  $I_{к.о.}$  и эмиттера  $I_{э.о.}$  и коэффициент усиления по постоянному току  $B$  в схеме с общим эмиттером.

При измерении  $B$  фиксированные токи базы и коллектора составляют соответственно: для маломощных транзисторов — 50  $\mu$ а и 5  $\mu$ а, для мощных — 1 и 250  $\mu$ а.

Питание приборов — автономное.

**Прибор ИПТ-1С(м).** Прибор позволяет обнаружить наличие пробоя переходов база — коллектор и эмиттер — коллектор транзисторов, а также пробой диодов и конденсаторов.

Помимо измерения параметров транзисторов прибором можно измерять сопротивление высокоомных резисторов, напряжение низковольтных источников постоянного тока, постоянный ток (в небольших пределах), обратный ток  $I_{обр}$  диодов и ток утечки  $I_y$  электролитических конденсаторов. Обратный ток эмиттера высокочастотных транзисторов прибором ИПТ-1С(м) измерять нельзя.

Коэффициент усиления  $B$  измеряется при фиксированном токе базы.

В приборе имеются следующие диапазоны измерений:  $I_{к.н.}$ ,  $I_{к.о.}$ ,  $I_{э.о.}$ ,  $I_{обр}$ ,  $I_y$  — 0,5—10 000  $\mu$ а (три предела: 100  $\mu$ а, 1  $\mu$ а, 10  $\mu$ а),  $B$  — 1÷400 (два предела: 100 и 400),  $R$  — от 1  $\text{ком}$  до 1  $\text{Мом}$ ,  $U$  — до 10  $\text{в}$ ,  $I$  — до 50  $\mu$ а (два предела: 5 и 50  $\mu$ а).

Входное сопротивление вольтметра составляет 10  $\text{ком/в}$ .

Питается прибор от одной батареи КБС-Л-0,5. Имеется возможность проверки э. д. с. и напряжения батареи питания при токе нагрузки 200  $\mu$ а.

Размеры прибора — 240 × 127 × 80  $\text{мм}$ .

**Прибор ИПТ-2С.** По своим характеристикам прибор аналогичен предыдущему; отличается от него более широкими пределами измерения постоянных токов и напряжений, которые составляют соответственно: 1, 10, 100  $\mu$ а и 1, 10, 100, 500  $\text{в}$ .

Питается прибор от трех последовательно соединенных элементов «Марс».

Размеры прибора — 255 × 160 × 80  $\text{мм}$ .

**Прибор ИПТ-3С.** С помощью этого прибора можно определить наличие пробоя перехода эмиттер — коллектор транзисторов.

Диапазоны измерения обратных токов и коэффициента усиления такие же, как и у предыдущих приборов.

Коэффициент усиления  $B$  измеряется при фиксированном токе базы.

Обратный ток эмиттера маломощных высокочастотных транзисторов измеряется при напряжении 0,75  $\text{в}$ , мощных высокочастотных — 1,5  $\text{в}$ .

Напряжение измерения параметров маломощных транзисторов — 4,5  $\text{в}$ , мощных — 9  $\text{в}$ . Питается прибор от двух батарей КБС-Л-0,5. Имеется возможность проверки напряжения батарей питания.

Размеры прибора — 245 × 150 × 90  $\text{мм}$ .

**Прибор ИПТ-4С.** С помощью прибора можно установить наличие пробоя перехода эмиттер — коллектор транзисторов.

В приборе имеются следующие пределы измерения обратных токов переходов: 50 мка, 500 мка, 5 ма (диапазон 0,5—5 000 мка), диапазоны измерения В —  $2 \div 16$ ,  $10 \div 80$ ,  $50 \div 400$ . Коэффициент усиления В измеряется при фиксированном токе коллектора.

Напряжение питания при проверке и измерении параметров маломощных транзисторов — 5 в, мощных — 10 в.

Обратный ток эмиттера маломощных высокочастотных транзисторов измеряется при напряжении 1 в, мощных высокочастотных — 2 в.

Питается прибор от шести элементов типа «Марс».

Размеры прибора —  $255 \times 180 \times 90$  мм.

**Прибор ИПТ-5С.** С помощью прибора можно установить наличие пробоя переходов эмиттер — коллектор, база — коллектор, база — эмиттер транзисторов.

Пределы измерения обратных токов переходов — 50 мка, 500 мка, 5 ма (диапазон 0,5—5 000 мка), диапазоны измерения В: при  $I_0 = \text{const} - 1 \div 400$  (два предела: 100 и 400), при  $I_k = \text{const} - 2 \div 10$ ,  $10 \div 50$ ,  $50 \div 250$ . Коэффициент усиления В измеряется двумя способами: при фиксированном токе базы и фиксированном токе коллектора.

Напряжения измерения параметров такие же, как в приборе ИПТ-4С, обеспечиваются шестью элементами типа «Марс».

Размеры прибора —  $255 \times 214 \times 100$  мм.

**Электрические схемы приборов.** Полная принципиальная схема прибора ИПТ-1С(м) приведена на рис. 10. Схема коммутации обеспечивает измерение э. д. с. и напряжения батареи питания, индикацию пробоя переходов база — коллектор и эмиттер — коллектор и отсчет измеряемых параметров по одному стрелочному индикатору ИП<sub>1</sub> при помощи галетных переключателей, кнопок и тумблера. В основу работы прибора положены схемы рис. 2; 3; 5; 6; 7, а; 9.

Переключателем параметров  $\Pi_1$  производится коммутация при определении пробоя переходов эмиттер — коллектор и база — коллектор, измерение  $I_{к,н}$ ,  $I_{к,о}$ ,  $I_{э,о}$ ,  $I_{обр}$ ,  $I_y$  и В и контроль фиксированного тока-базы в случае измерения В.

Переключатель рода работы  $\Pi_2$  предназначен для проверки напряжения батареи питания, установки типа проводимости транзистора (р-п-р или н-р-п) и рода измерения электрических величин (R, U или I). Переключатель типа транзисторов  $\Pi_3$  позволяет установить тип транзистора по мощности. С помощью переключателя пределов измерения  $\Pi_4$  можно выбрать необходимый предел измерения обратных токов, постоянного тока и напряжения 10 в.

Кнопка  $Kn_1$  обеспечивает подачу напряжения на проверяемую деталь в момент ее испытания. С помощью кнопки  $Kn_2$  при измерении напряжения батареи питания к ней подключается резистор нагрузки  $R_{18}$ . Кнопки  $Kn_3$  и  $Kn_4$  работают в положении 2 переключателя  $\Pi_1$ . При нажатии кнопки  $Kn_3$  измеряется  $I_{к,в}$ ,  $Kn_4$  —  $I_{э,о}$ .

Переменные резисторы  $R_2$  и  $R_4$  позволяют задавать фиксированный ток базы при измерении В транзисторов; при этом с помощью резистора  $R_4$  устанавливается ток базы маломощных, а резистора  $R_2$  — мощных транзисторов. Нуль килоомметра устанавливается резистором  $R_{18}$ .

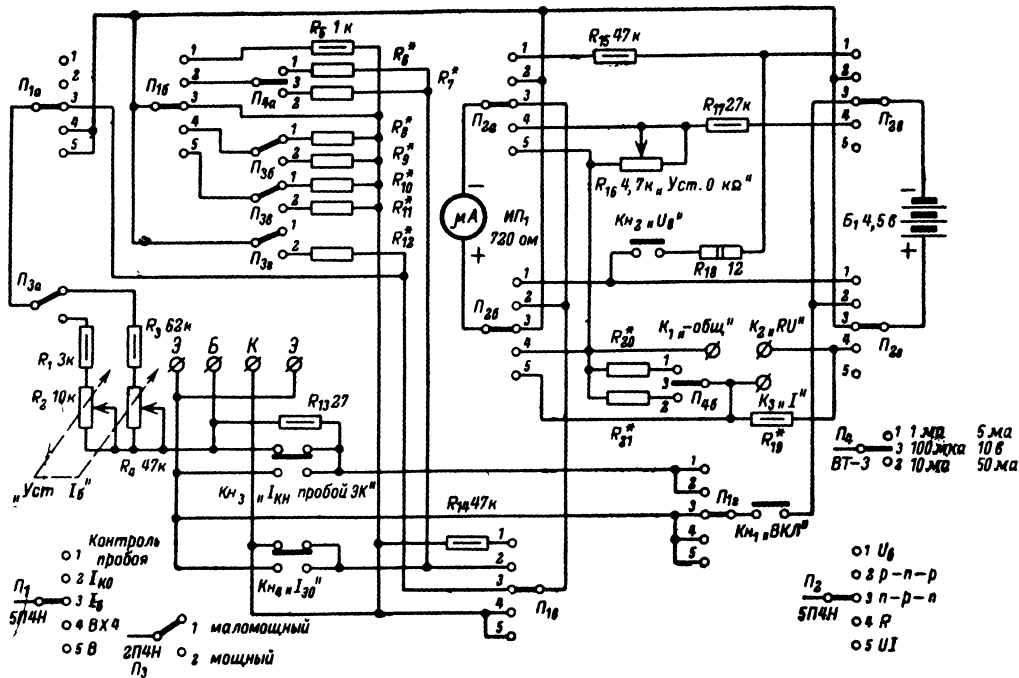


Рис. 10. Принципиальная схема прибора ИРТ-1С(м).

Для проверки транзисторов служат зажимы — Э, Б, К, а при проверке диодов и конденсаторов — Б и К. Зажимы  $K_1$ — $K_3$  используются при работе прибора в качестве килоомметра, вольтметра и миллиамперметра.

Принципиальная схема прибора ИПТ-2С приведена на рис. 11.

Схема коммутации, выполненная на трех галетных переключателях и четырех кнопках, обеспечивает отсчет измеряемых величин и контроль пробоя переходов по одному стрелочному индикатору ИП<sub>1</sub>.

Переключатель  $P_1$  («Параметры») служит для проверки на пробой конденсаторов, диодов и переходов эмиттер — коллектор, база — коллектор транзисторов, измерения  $I_{к.о.}$ ,  $I_{к.в.}$ ,  $I_{э.о.}$ ,  $I_y$ ,  $I_{обр.}$ . В и контроля фиксированного тока базы при измерении В. Переключатель  $P_2$  («Род работы») позволяет контролировать напряжение батареек питания, устанавливать тип проводимости транзисторов (р-п-р или н-р-п), в положении «К» использовать прибор для измерения сопротивлений, выбирать необходимый предел измерения постоянных токов и напряжений.

Переключатель  $P_3$  предназначен для коммутации типа транзисторов по мощности при измерении В и пределов обратных токов при измерении  $I_{обр.}$ .

С помощью кнопки  $K_{н1}$  подается напряжение на схемы проверки и измерения параметров транзисторов. Кнопкой  $K_{н2}$  подключается нагрузочный резистор к батарее питания при измерении ее напряжения. Кнопки  $K_{н3}$  и  $K_{н4}$  используются в положении 2 переключателя параметров и позволяют измерять начальный ток коллектора  $I_{к.н}$  и обратный ток эмиттера  $I_{э.о.}$ .

С помощью переменного резистора  $R_2$  производится установка фиксированного тока базы при измерении В маломощных, а  $R_4$  — мощных транзисторов. С помощью резистора  $R_{16}$  устанавливается нуль килоомметра.

При проверке транзисторов используются зажимы ЭБК или ЭКБ, при проверке диодов и конденсаторов — БК.

Для измерения сопротивлений, постоянных токов и напряжений используются зажимы  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$ .

Особенностью принципиальной схемы (рис. 12) прибора ИПТ-3С является применение телефонных ключей для установки проводимости ( $B_1$ ) и мощности ( $B_2$ ) транзисторов, а также для выбора необходимого предела измерения обратных токов ( $B_3$ ).

Переключатель параметров  $P_1$  служит для коммутации при измерении напряжения батареек питания, начального и обратного токов коллектора, обратного тока эмиттера, коэффициента усиления по постоянному току, проверке на пробой перехода эмиттер — коллектор и контроле тока базы при измерении В.

С помощью переключателя типа транзисторов в соответствии с рабочей частотой  $P_2$  в положении 1 возможна подача на переход база — эмиттер высокочастотных транзисторов пониженного напряжения для измерения обратного тока эмиттера с помощью подключения к батарее питания делителя  $R_7$ ,  $R_8$ , с которого снимается напряжение (в положении 5 переключателя  $P_1$ ). В положении 2 переключателя  $P_2$  на переход подается все напряжение батареек (исходное  $I_{э.о.}$  низкочастотных транзисторов).

Исходное положение ключа  $B_3$  определяет предел измерения обратных токов 10 мА путем подключения шунта  $R_{15}$  к микроамперметру, что при больших значениях обратных токов ограничивает



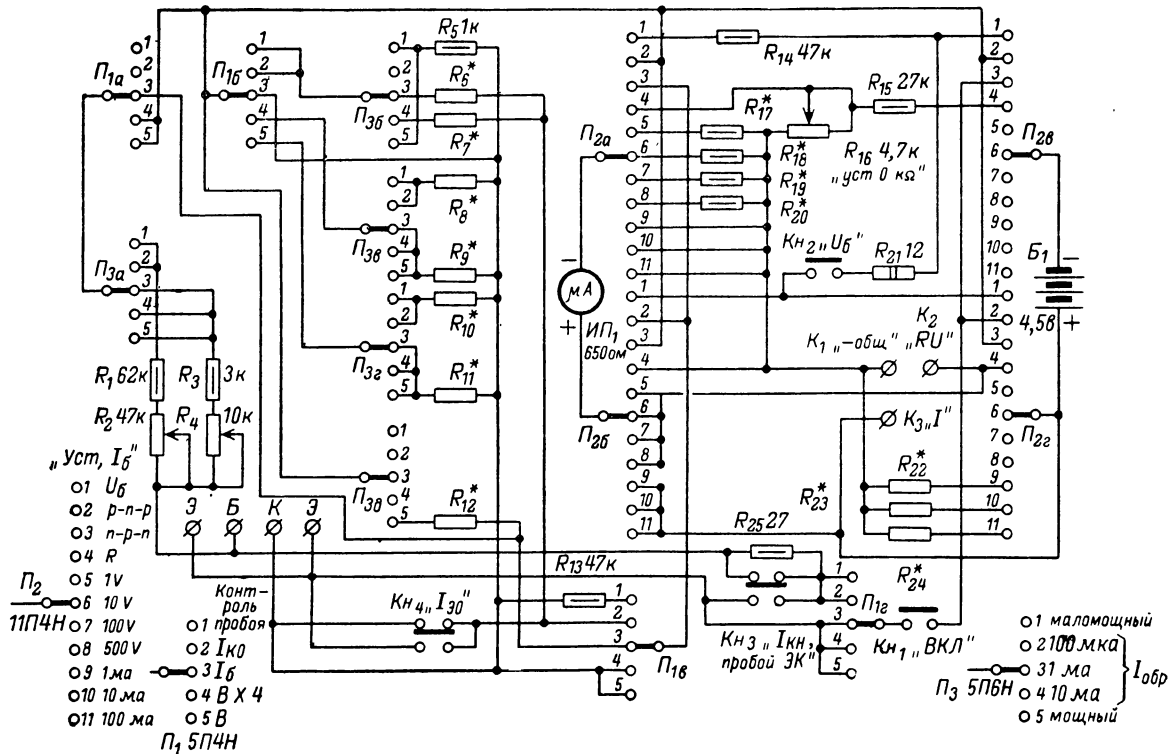


Рис. 11. Принципиальная схема прибора ИПТ-2С.

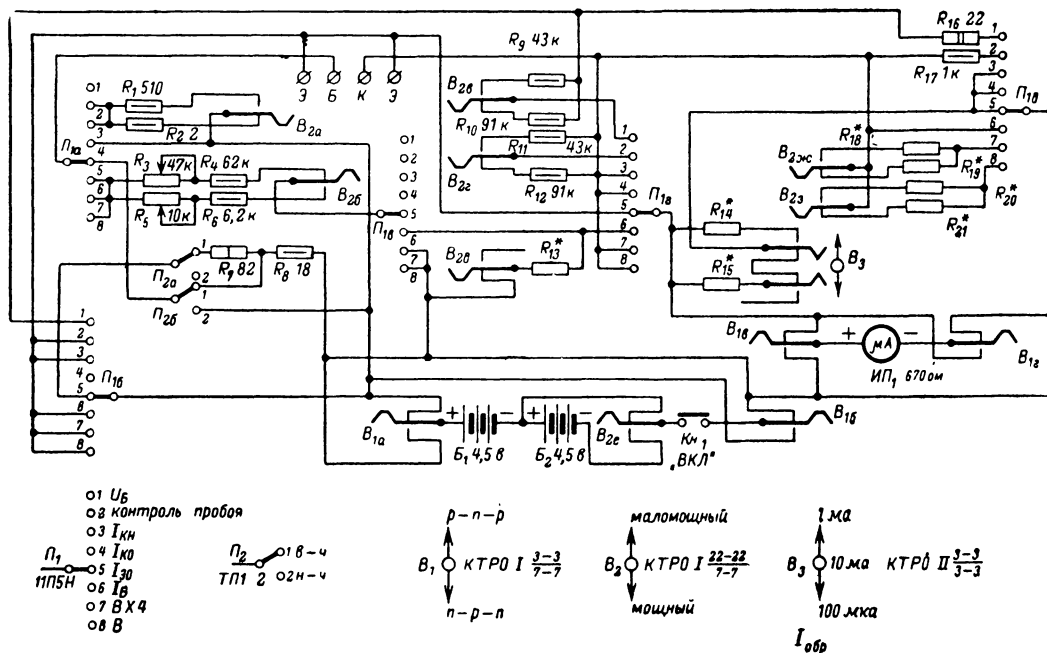


Рис. 12. Принципиальная схема прибора ИПТ-3С.

ток через рамку прибора. При малых значениях обратных токов можно изменить предел измерения с 10 на 1 *ма* или 100 *мка*, устанавливая ключ в нужное положение. Ключом  $B_1$  изменяется полярность подключения к схеме измерения батареи и микроамперметра при переходе с проверки транзисторов типа *p-n-p* на проверку транзисторов типа *n-p-n*. Ключ  $B_2$  позволяет изменять напряжение при проверке и режимы по току при переходе с проверки маломощных на проверку мощных транзисторов.

Кнопка  $K_{H1}$  обеспечивает подачу напряжения на схему измерения в момент измерения необходимого параметра.

С помощью резисторов  $R_3$  и  $R_5$  производится установка фиксированного тока базы при измерении  $B$ . При этом резистором  $R_3$  устанавливается ток базы маломощных транзисторов, а  $R_5$  — мощных.

Проверяемый транзистор подключается своими выводами к зажимам ЭБК или ЭКБ. Схема коммутации обеспечивает отсчет измеряемых параметров по стрелочному индикатору ИП<sub>1</sub>.

В основу работы прибора ИПТ-4С положены схемы, приведенные на рис. 2, 5, 6, 7, 9.

Полная принципиальная схема прибора приведена на рис. 13.

Схема коммутации выполнена на четырех галетных переключателях, одном тумблере и одном телефонном ключе и позволяет производить отсчет измеряемых параметров, индикацию пробоя перехода эмиттер — коллектор по одному стрелочному прибору ИП<sub>1</sub>.

С помощью переключателя транзисторов по мощности  $P_1$  возможна установка напряжений и токов, необходимых для проверки транзисторов, отличающихся по мощности. Положение 1 соответствует проверке маломощных транзисторов, положение 2 — мощных. Переключатель типа проводимости  $P_2$  позволяет производить изменение полярности подключения батареи и микроамперметра при проверке транзисторов типов *p-n-p* и *n-p-n*. В положении 1 можно проверять транзисторы типа *p-n-p*, в положении 2 — типа *n-p-n*.

Тумблер  $P_3$  в положении 1, соответствующем проверке высокочастотных транзисторов, осуществляет подачу на переход база — эмиттер пониженного напряжения проверки. Переключатель рода работы  $P_4$  позволяет выбирать необходимый вид проверки и измерения параметров. С помощью переключателя параметров  $P_5$  выбирается необходимый параметр, а также устанавливаются величина тока коллектора и диапазон измерения  $B$ . Кнопка  $K_{H1}$  подает напряжение на схему измерения в момент проверки транзисторов. Проверяемый транзистор подключается к соответственно расположенным клеммам ЭБК или ЭКБ.

Резисторы  $R_4$ ,  $R_6$ ,  $R_8$  служат для установки фиксированного тока коллектора при измерении  $B$  маломощных транзисторов, а  $R_{10}$ ,  $R_{12}$ ,  $R_{14}$  — при измерении  $B$  мощных транзисторов. Ключом  $B_1$  выбирается предел отсчета обратных токов переходов.

Полная принципиальная схема прибора ИПТ-5С, приведенная на рис. 14, обеспечивает возможность установки режимов испытания и измерения параметров транзисторов по одному стрелочному индикатору ИП<sub>1</sub> при помощи коммутации галетными переключателями, телефонным ключом и кнопкой.

Переключателями  $P_2$ ,  $P_3$  и  $P_4$  устанавливаются типы проверяемых транзисторов. При этом переключателем  $P_2$  устанавливается мощность,  $P_3$  — тип по рабочей частоте,  $P_4$  — проводимость транзистора.

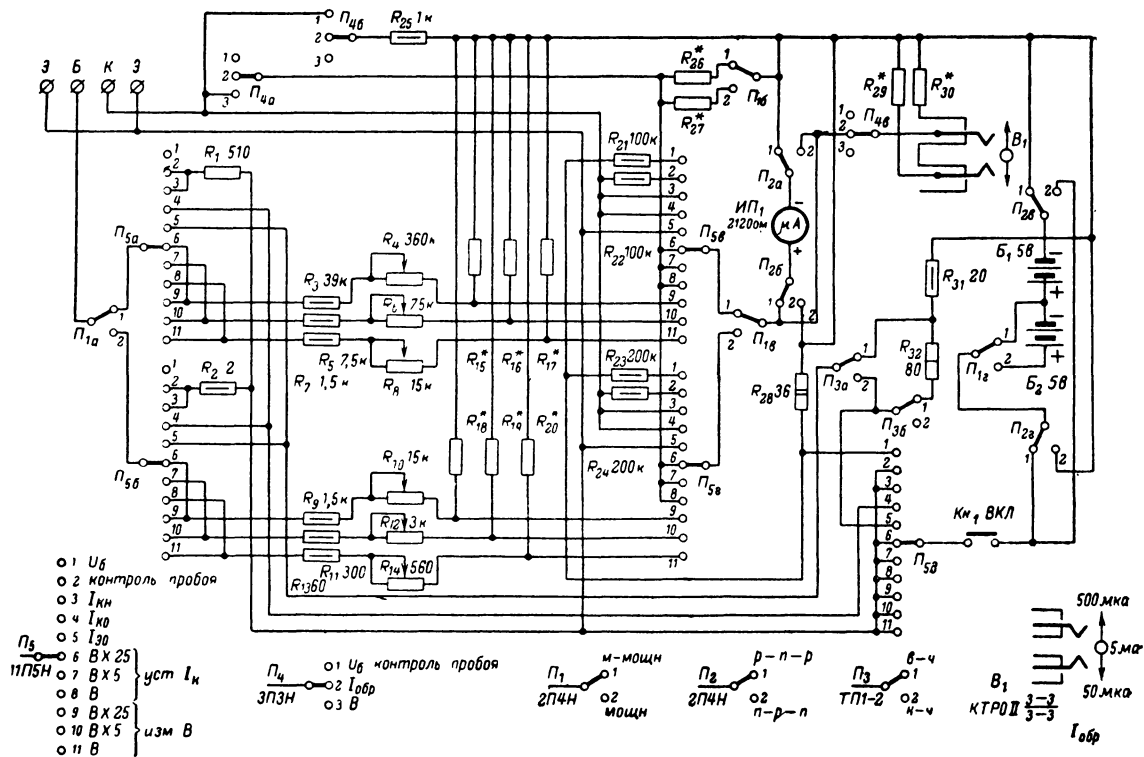
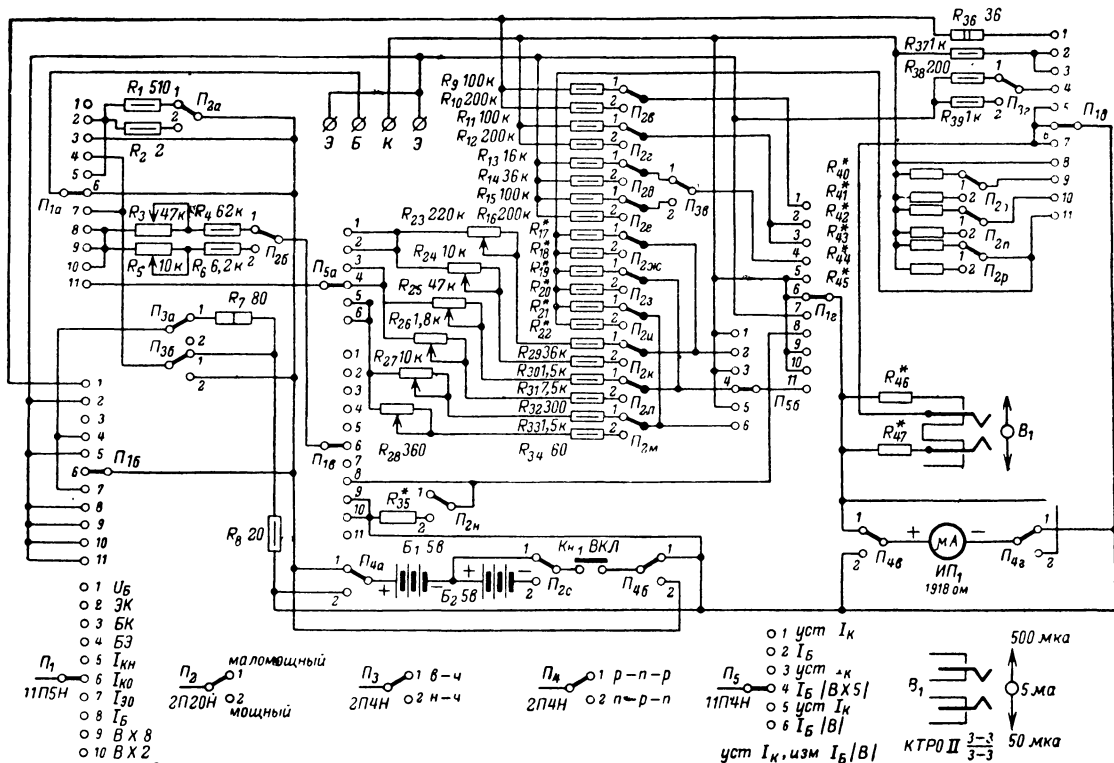


Рис. 13. Принципиальная схема прибора ИПТ-4С.



Переключателем параметров  $\Pi_1$  проверяется напряжение батареи питания, пробой любого перехода транзистора и выбирается параметр, подлежащий измерению. В положении 8 переключателя  $\Pi_1$  устанавливается ток базы при измерении В при фиксированном токе базы, в положении 11 транзистор проверяется при фиксированном токе коллектора.

Переключатель  $\Pi_3$  работает только при положении 11 переключателя  $\Pi_1$ . В зависимости от значения коэффициента усиления по постоянному току в одном из трех положений (1, 3 или 5) устанавливается фиксированный ток коллектора, а в положении 16, соответствующем установочному (2, 4 или 6), по шкале «изм. В» отсчитывается значение В при фиксированном токе коллектора. Ключом  $B_1$  выбирается удобный для отсчета предел измерения обратных токов переходов (5 *ма*, 500 или 50 *мк*а). Исходное положение ключа — 5 *ма*.

Кнопка  $KH_1$  подключает батарею питания к схеме прибора.

Резисторы  $R_3$  и  $R_5$  служат для установки фиксированного тока базы при измерении В при  $I_6 = \text{const}$ . Резисторы  $R_{23} - R_{28}$  используются для установки фиксированного тока коллектора при измерении В при  $I_K = \text{const}$ .

Транзистор в зависимости от расположения выводов подключается к зажимам ЭБК или ЭКБ.

**Конструкция, детали и монтаж.** По своей конструкции приборы для измерения параметров постоянного тока транзисторов — настольного типа. Фотографии внешнего вида приборов приведены на рис. 15—19.

Весь монтаж приборов выполнен на их лицевых панелях, что обеспечивает доступ ко всем расположенным на панелях деталям. Лицевые панели приборов изготовлены из текстолита толщиной 5 *мм* по чертежам рис. 20—24 и покрыты белой эмалью. Надписи на панелях сделаны тушью и покрыты тонким слоем лака.

Каждая лицевая панель вставлена в корпус и прикреплена к нему винтами. Корпусы приборов могут быть изготовлены любым способом. В данном случае для изготовления корпусов применена листовая сталь. Корпусы окрашены «молотковой» эмалью.

Для удобства установки на стол приборы снабжены мягкими резиновыми стоечками, прикрепленными ко дну корпуса. Для переноски приборы снабжены ручками.

В приборах применены микроамперметры типа М24, галетные переключатели типа ПГК и ПМ, переменные резисторы типа СП, зажимы КП-1а, кнопки типа МП-5 или КС-5, телефонные ключи типа КТРО, тумблеры типа ТП1-2 или ВТ-3 и самодельные зажимы, изготовленные по чертежу рис. 25 (применены в приборе ИПТ-1С(м)).

Микропереключатели типа МП-5 укреплены на уголке, прикрепленном к лицевой панели. Для нажатия на их головки использованы кнопки, вставленные в запрессованные в панель втулочки (рис. 26).

Типы ключей и переключателей, примененные в приборах, указаны на принципиальных схемах приборов. Сопротивления рамок микроамперметров могут быть произвольными; в зависимости от их величины рассчитывают сопротивления шунтов, отмеченных на принципиальных схемах звездочкой, по следующей формуле:

$$R = \frac{R_0}{n - 1}, \text{ ом},$$

где  $R_0$  — сопротивление рамки, *ом*;  $n = I/I_0$ ;  $I$  — ток, на который рассчитан шунт, *ма*;  $I_0$  — ток полного отклонения стрелки, *ма*.

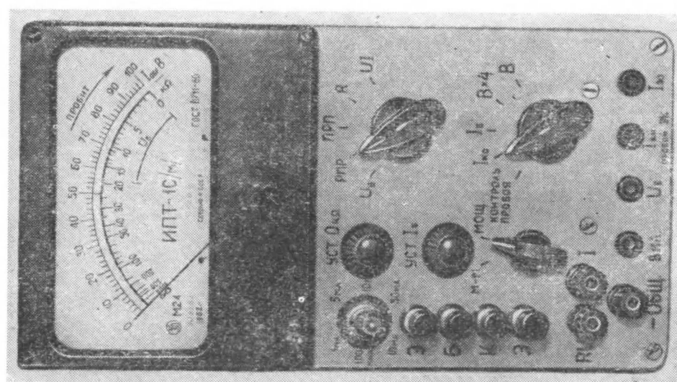


Рис. 15 Внешний вид прибора ИПТ-1С(м).

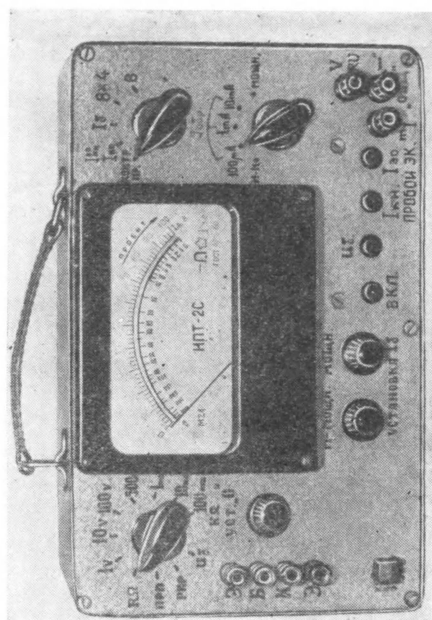


Рис. 16. Внешний вид прибора ИПТ-2С.

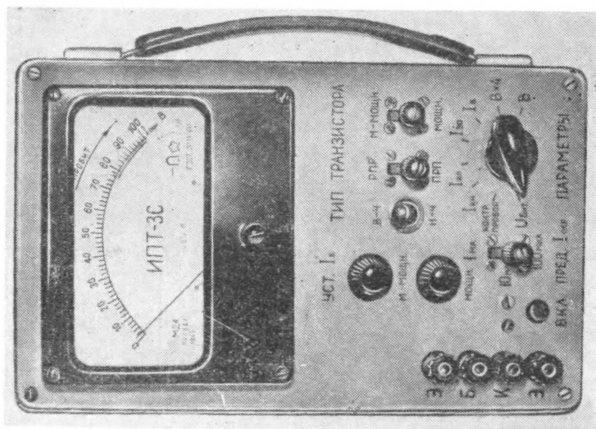


Рис. 17. Внешний вид прибора ИПТ-3С.

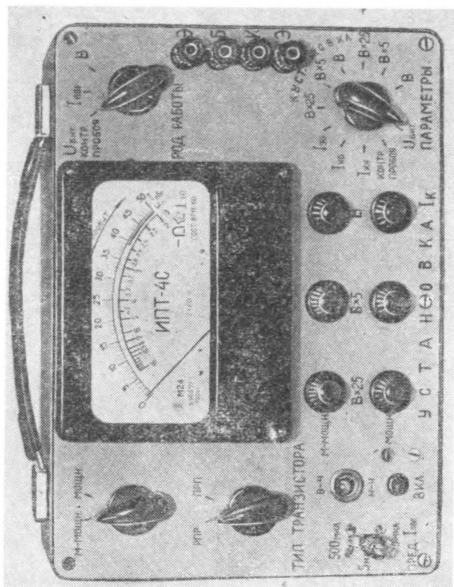


Рис. 18. Внешний вид прибора ИПТ-4С.



Величина добавочного к микроамперметру сопротивления определяется по формуле  $R=10^5-R_0$  (ом) при измерении постоянных напряжений (в приборе ИПТ-1С(м) —  $R_{19}$ , в приборе ИПТ-2С —  $R_{17}-R_{20}$ ).

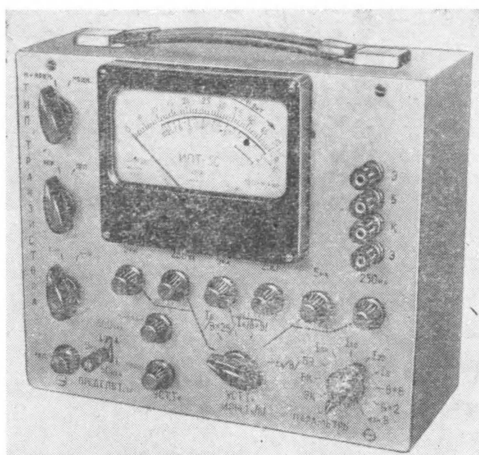


Рис. 19. Внешний вид прибора ИПТ-5С.

Значения сопротивлений шунтов и добавочных резисторов приведены в табл. 1—5. Значения даны для сопротивлений рамок микроамперметров, указанных на принципиальных схемах, которые применены в изготовленных приборах. Эти резисторы либо подбираются из подходящих по номиналу резисторов типа БЛП или

Таблица 1  
ИПТ-1С (м) ( $I_0 = 0,1$  ма;  $R_0 = 720$  ом)

Резисторы	Назначение	Сопротивление
$R_6$	Шунт на 1 ма	80 ом
$R_7$	То же 10 ма	7,27 ом
$R_8$	" " 20 ма	3,62 ом
$R_9$	" " 400 ма	0,18 ом
$R_{10}$	" " 5 ма	14,69 ом
$R_{11}$	" " 100 ма	0,72 ом
$R_{12}$	" " 12 ма	37,89 ом
$R_{19}$	Добавочный резистор на 10 в	99,3 ком
$R_{20}$	Шунт на 5 ма	14,69 ом
$R_{21}$	То же 50 ма	1,44 ом

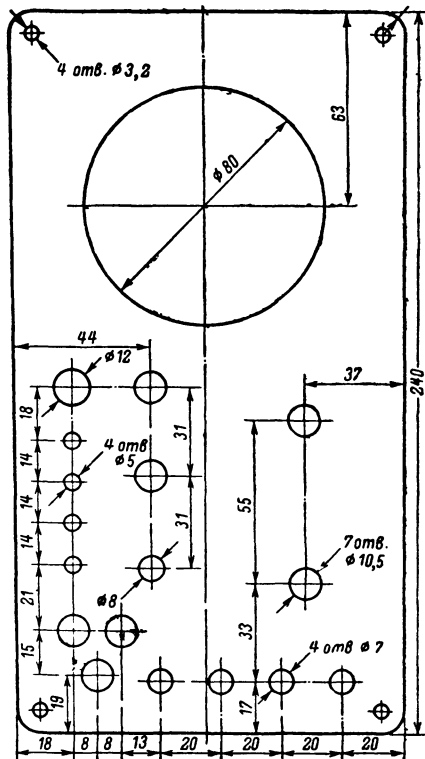


Рис. 20. Лицевая панель ИПТ-1С(м).

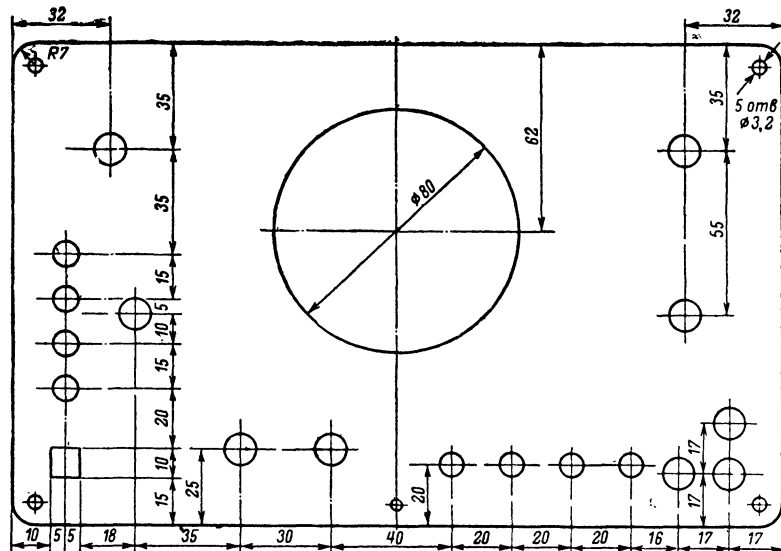


Рис. 21. Лицевая панель ИПТ-2С.

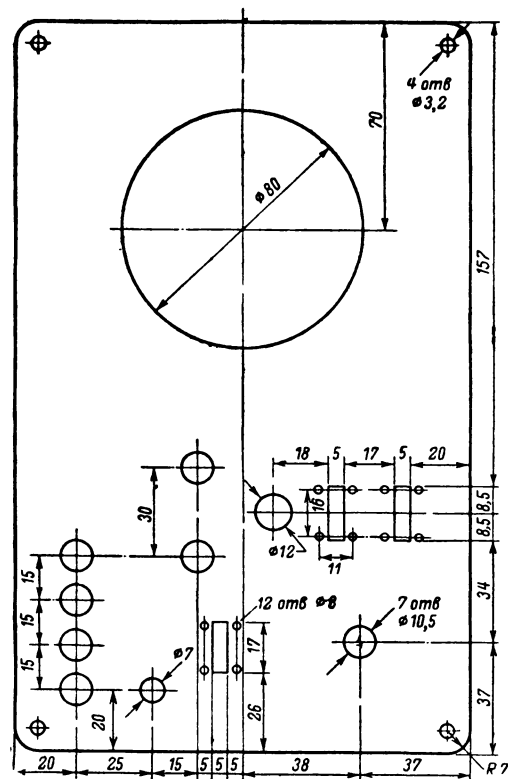


Рис. 22. Лицевая панель ИПТ-3С.

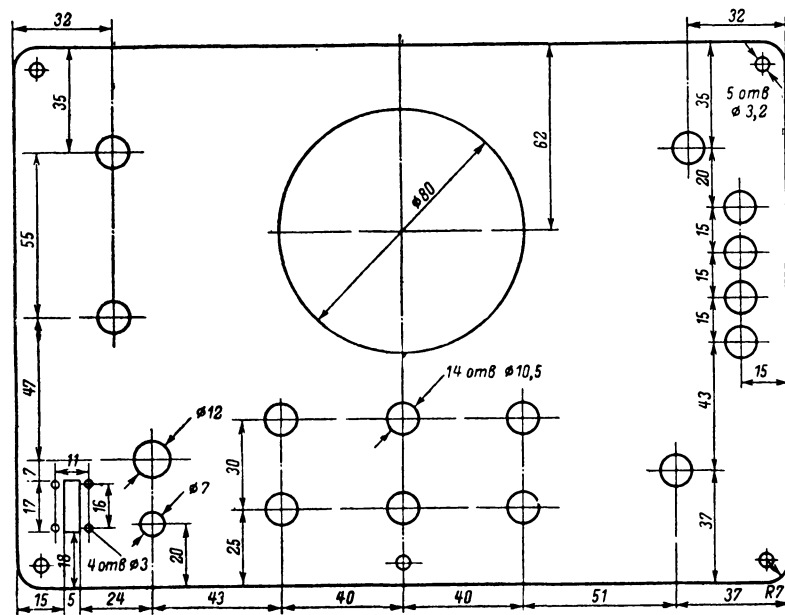


Рис. 23. Лицевая панель ИПТ-4С.

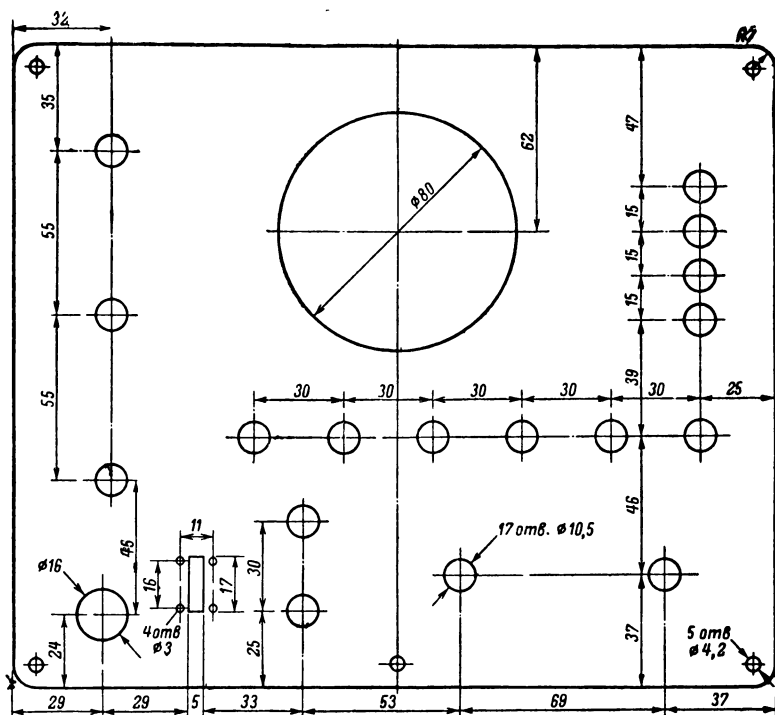


Рис. 24. Лицевая панель ИПТ-5С.

ИПТ-2С ( $I_0 = 0,1$  ма;  $R_0 = 650$  ом)

Таблица 2

Резисторы	Назначение	Сопротивление
$R_6$	Шунт на 1 ма	72,22 ом
$R_7$	То же " 10 ма	6,56 ом
$R_8$	" " " 20 ма	3,27 ом
$R_9$	" " " 400 ма	0,16 ом
$R_{10}$	" " " 5 ма	13,28 ом
$R_{11}$	" " " 100 ма	0,65 ом
$R_{12}$	" " " 2 ма	34,21 ом
$R_{17}$	Добавочный резистор на 1 в	9,35 ком
$R_{18}$	То же 10 в	99,35 ком
$R_{19}$	" " 100 в	1 Мом
$R_{20}$	" " 500 в	2 Мом + 3 Мом
$R_{22}$	Шунт на 1 ма	72,22 ом
$R_{23}$	То же " 10 ма	6,56 ом
$R_{24}$	" " " 100 ма	0,65 ом

Таблица 3

ИПТ-3С ( $I_0 = 0,1$  ма;  $R_0 = 670$  ом)

Резисторы	Назначение	Сопротивление, ом
$R_{13}$	Шунт на 2 ма	35,26
$R_{14}$	То же " 1 ма	74,44
$R_{15}$	" " " 10 ма	6,76
$R_{18}$	" " " 20 ма	3,37
$R_{19}$	" " " 400 ма	0,17
$R_{20}$	" " " 5 ма	13,67
$R_{21}$	" " " 100 ма	0,67

Таблица 4

ИПТ-4С ( $I_0 = 0,05$  ма;  $R_0 = 2\,120$  ом)

Резисторы	Назначение	Сопротивление, ом
$R_{15}$	Шунт на 100 мка	2 120
$R_{16}$	" " 500 мка	235,55
$R_{17}$	" " 2,5 ма	43,26
$R_{18}$	" " 5 ма	21,41
$R_{19}$	" " 25 ма	4,24
$R_{20}$	" " 125 ма	0,85
$R_{26}$	" " 5 ма	21,41
$R_{27}$	" " 250 ма	0,42
$R_{29}$	" " 5 ма	21,41
$R_{30}$	" " 500 мка	235,55

Таблица 5

ИПТ-5С ( $I_0 = 0,05$  ма;  $R_0 = 1\,918$  ом)

Резисторы	Назначение	Сопротивление, ом
$R_{17}$	Шунт на 100 мка	1 918
$R_{18}$	" " 5 ма	19,37
$R_{19}$	" " 500 мка	213,11
$R_{20}$	" " 25 ма	3,84
$R_{21}$	" " 2,5 ма	39,14
$R_{22}$	" " 125 ма	0,77
$R_{35}$	" " 1 ма	100,95
$R_{40}$	" " 20 ма	4,79
$R_{41}$	" " 400 ма	0,24
$R_{42}$	" " 5 ма	19,37
$R_{43}$	" " 100 ма	0,96
$R_{44}$	" " 5 ма	19,37
$R_{45}$	" " 250 ма	0,38
$R_{46}$	" " 500 мка	213,11
$R_{47}$	" " 5 ма	19,37

УЛИ, либо изготавливаются на высокоомных резисторах типа ВС проводом ПЭШОК. Остальные резисторы — любого типа. Они прикреплены к контактам переключателей, а подгоночные резисторы — к монтажным колодкам, что облегчает их подбор и доступ к ним.

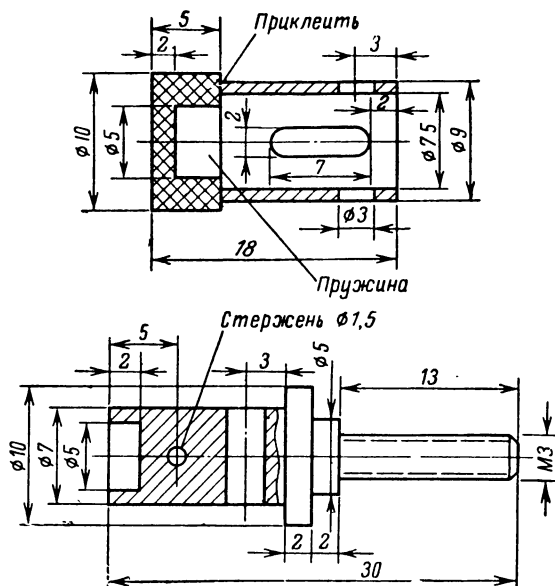


Рис. 25. Зажимы ЭБКЭ прибора ИПТ-1С(м).

Вверху — колпачок; внизу — основание.

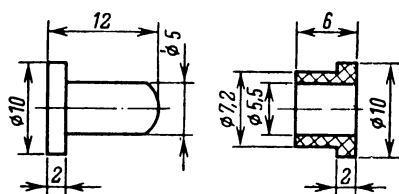


Рис. 26. Самодельные кнопки и втулки.

Батареи питания во всех приборах размещены в обойме, которая находится на текстолитовой плате с упругими контактами, закрепленной на выводах стрелочного прибора.

Вид монтажа приборов показан на рис. 27—31. Монтаж выполнен мягким многожильным проводом типа МГШВ 0,5.

Градуировка шкалы «изм. В» в приборах ИПТ-4С и ИПТ-5С производится по табл. 6 на основании формулы  $I = 100/V$ , мка.

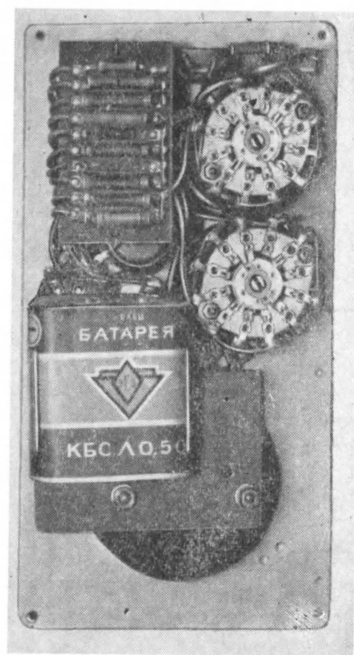


Рис. 27. Вид со стороны монтажа  
ИПТ-1С(м).

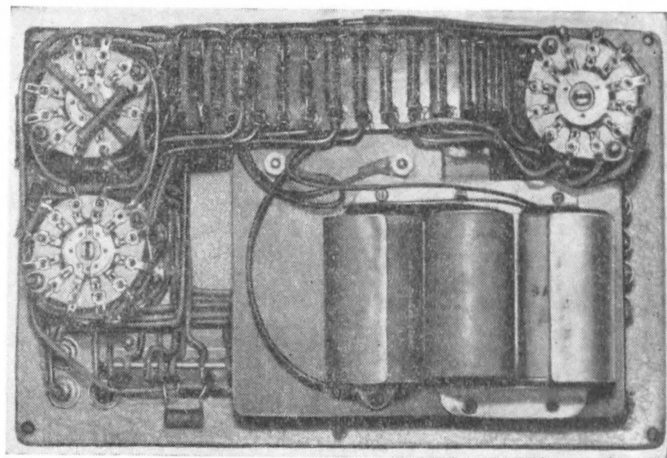


Рис. 28. Вид со стороны монтажа ИПТ-2С.

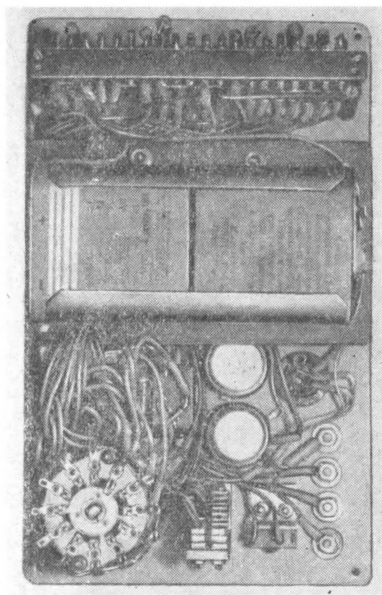


Рис. 29. Вид со стороны монтажа  
ИПТ-3С.

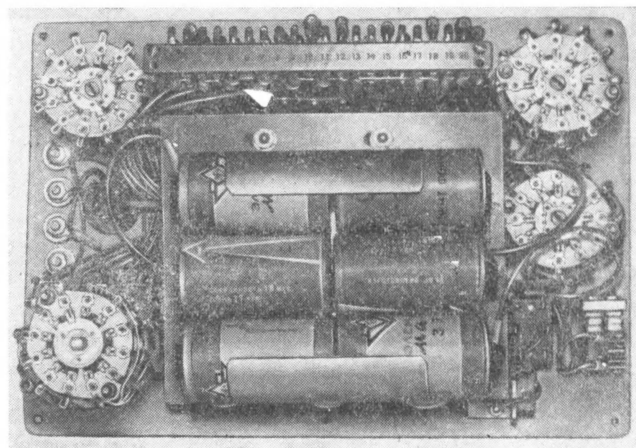


Рис. 30. Вид со стороны монтажа ИПТ-4С.



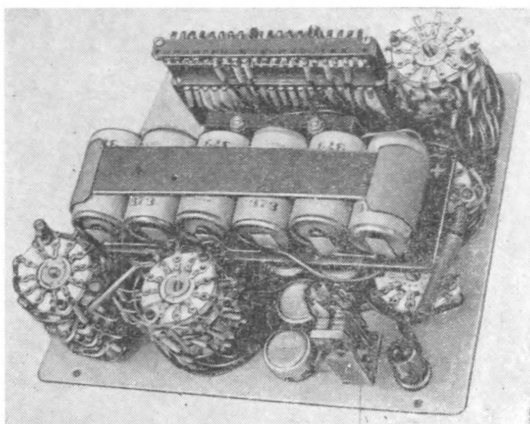


Рис. 31. Вид со стороны монтажа ИПТ-5С.

Т а б л и ц а 6

Показания прибора, <i>мкА</i>	Значение <i>В</i> (диапазон 2—16)	Показания прибора, <i>мкА</i>	Значение <i>В</i> (диапазон 2—16)
50	2	22,2	4,5
45,5	2,2	20	5
41,7	2,4	18,2	5,5
38,5	2,6	16,7	6
35,7	2,8	14,3	7
33,3	3	12,5	8
31,3	3,2	11,1	9
28,6	3,5	10	10
25	4	6,3	16

Указанная зависимость получена следующим образом: известно, что  $I_6 = I_K/V$ , а ток полного отклонения стрелки микроамперметра 50 *мкА*. Для маломощных транзисторов  $I_K = 5$  *мА*. Тогда при  $V = 2I_6 = 2500$  *мкА*. Чтобы получить ток полного отклонения 50 *мкА*, надо 2500 разделить на 50. Отсюда  $I_6 = \frac{5000}{2 \cdot 50} = 50$  *мкА*, т. е.  $I = 100/V$ ,

*мкА*.

## ПРАВИЛА РАБОТЫ С ПРИБОРАМИ

Перед проверкой транзисторов с помощью приборов, имеющих автономное питание, необходимо убедиться в годности батарей питания, проверяя их напряжение при токе нагрузки, равном максимальному току, потребляемому транзистором в режиме испытания.

Это делается следующим образом. Переключатели параметров и рода работы любого из приборов устанавливаются в положение  $U_6$ . Остальные переключатели могут находиться в любом положении.

Схема коммутации приборов ИПТ-1С(м) и ИПТ-2С обеспечивает отсчет в этом положении э. д. с. батареи питания по 5-вольтовой шкале. Нажатием кнопки *Вкл.* определяется напряжение батареи. Если напряжение батареи будет менее 3 в, то ее необходимо заменить.

В приборах ИПТ-3С — ИПТ-5С в положении  $U_6$  при нажатии кнопки *Вкл.* измеряется только напряжение батареи. Стрелка должна находиться в пределах сектора  $U_6$  (8—10 в) шкалы (необходимое для нормальной работы приборов напряжение). Переключатель типа мощности транзистора при этом должен быть в положении *мощный*.

Убедившись в годности батарей питания, можно приступить к проверке транзисторов на любом из приборов.

Выводы проверяемого транзистора подключаются к соответственно расположенным зажимам (*ЭБК* или *ЭКБ*). Тип транзистора устанавливается переключателями типа транзисторов приборов.

Перед измерением параметров транзисторов проверяются на пробой его переходы. При проверке переходов на пробой и измерении необходимых параметров следует нажать кнопку *Вкл.* Отклонение стрелки более чем на полшкалы (к сектору «пробит») свидетельствует о пробое проверяемого перехода. Измерять параметры такого транзистора запрещается ввиду возможности повреждения микроамперметра.

Необходимо иметь в виду, что при отсутствии отклонения стрелки при измерении обратных токов либо имеет место обрыв электродов, либо измеряемый обратный ток меньше 0,5 мка.

Вследствие отличия принципиальных схем и конструкций приборов методика работы с ними различна, поэтому рассмотрим работу с каждым прибором в отдельности.

### Работа с приборами ИПТ-1С(м) и ИПТ-2С

*Проверка транзисторов.* В положении *Контроль пробоя* проверяется пробой перехода база — коллектор. Дополнительным нажатием кнопки *Пробой ЭК* проверяется пробой перехода эмиттер — коллектор.

У годного транзистора можно измерять обратные токи переходов —  $I_{к.н}$ ,  $I_{к.о}$ ,  $I_{э.о}$ . Обычно у маломощных транзисторов их значения не превышают 100 мка, у транзисторов средней мощности — 1 ма, у мощных транзисторов — 5 ма при напряжении 5 в, поэтому в зависимости от мощности проверяемого транзистора необходимо установить удобный для отсчета предел измерения обратных токов переключателем пределов (100 мка, 1 ма, 10 ма). Переключатель параметров переводится в положение « $I_{к.о}$ », и по шкале, выбранной переключателем пределов, отсчитывается значение обратного тока коллектора.

Дополнительным нажатием кнопки  $I_{к.н}$  измеряется начальный ток коллектора, кнопки  $I_{э.о}$  — обратный ток эмиттера. Необходимо помнить, что у высококачественных транзисторов обратный ток эмиттера измерять не следует.

После измерения  $I_{обр}$  приступают к измерению коэффициента усиления В. При измерении В маломощных транзисторов переключ-

чатель мощности ставится в положение *маломощный*, при измерении В у транзисторов средней и большой мощности — в положение *мощный*.

Переводя переключатель параметров в положение  $I_6$ , ручкой Уст.  $I_6$  стрелка устанавливается на красную риску в середине шкалы. Этим задается фиксированный ток базы. Если В измеряется с учетом  $I_{к.о.}$ , то значение последнего вычитается из тока базы (для маломощных транзисторов — 50, для мощных — 1 000  $\mu$ ка).

В любом удобном для отсчета положении («В  $\times 4$ » либо «В») переключателя параметров по шкале «В» отсчитывается значение коэффициента усиления (в положении «В  $\times 4$ » умножением результата показаний на 4).

*Проверка диодов и конденсаторов.* При проверке диодов и конденсаторов используются только два зажима: В и К. Переключателем рода работы устанавливается положение *p-n-p*, при этом анод диодов подключается к зажиму К, а плюс электролитических конденсаторов — к зажиму В. В положении *Контроль пробы* переключателя параметров проверяется годность испытуемой детали.

Следует иметь в виду, что при проверке конденсаторов больших емкостей за счет тока заряда стрелка дает бросок к сектору на шкале «пробит», затем медленно возвращается к нулю. Для измерения  $I_7$  необходимо дать конденсатору зарядиться, а измерение начинать с предела 10 *ма*.

У электрически годной детали в положении  $I_{к.о.}$  измеряется значение  $I_{обз}$  (у диодов) или  $I_7$  (у конденсаторов).

Определять годность диодов и конденсаторов можно омметром прибора.

*Измерение сопротивлений.* Перед использованием прибора в качестве омметра переключатель пределов необходимо установить в среднее положение [только у прибора ИПТ-1С(м)].

Переключателем рода работы устанавливается положение *R*, при этом необходимо пользоваться зажимами — *Общ.* и *RU*. Замыкая эти зажимы накоротко, ручкой Уст. 0  $k\Omega$  стрелку микроамперметра устанавливают на последнее деление шкалы, что соответствует нулю килоомметра.

Подключая к зажимам резисторы, по шкале « $k\Omega$ » отсчитывают их сопротивление. Проверка диодов и конденсаторов производится аналогично проверке их на омметре авометра, при этом необходимо обращать внимание на полярность их подключения к зажимам.

*Измерение напряжения постоянного тока.* Выбор предела 10 *в* для прибора ИПТ-1С(м) обусловлен необходимостью проверки батарей КБС-Л-0,5, ФМЦ-0,25, «Крона», аккумуляторов 7Д-0,1 и т. д. Подключая к клеммам — *Общ.* и *RU* проверяемую батарею, по 10-вольтовой шкале отсчитывают ее э. д. с. (в положении «10 *в*» переключателя пределов). Напряжение батареи определится при подключении к ее полюсам резистора такого сопротивления, которое обеспечивает необходимый ток нагрузки. Например, при проверке батареи «Крона», используемой в приемнике «Селга», к ее полюсам подключают резистор сопротивлением 300  $\Omega$  = 9  $\frac{1}{30}$  *ма* (30 *ма* — максимальный ток потребления приемника).

В приборе ИПТ-2С можно выбрать другой предел измерения напряжения.

*Измерение величины постоянного тока.* Перед использованием прибора в качестве миллиамперметра переключателем пределов устанавливается необходимый предел измерения. В положении *UI*

переключателя рода работы используются зажимы — *Общ.* и *I*. С помощью подключаемых к этим зажимам щупов прибор включает-ся в цепь последовательно (как миллиамперметр).

**Работа с прибором ИПТ-3С.** В положении *Контроль пробоя* переключателя параметров проверяется пробой перехода эмиттер — коллектор.

В положении  $I_{к.в.}$ ,  $I_{к.о.}$ ,  $I_{э.о.}$  по шкале 10 *ма*, определяемой исходным состоянием ключа *Пределы  $I_{обр.}$* , отсчитываются значения начального тока коллектора и обратных токов коллектора и эмиттера. При малых значениях  $I_{обр.}$  ключом можно выбрать предел 1 *ма* или 100 *мка*. Очень удобным для работы является применение телефонного ключа без фиксации в крайних положениях.

Коэффициент усиления *В* измеряется так же, как на приборах ИПТ-1С(м) и ИПТ-2С, проверка диодов и конденсаторов производится аналогично.

**Работа с прибором ИПТ-4С.** Пробой перехода эмиттер — коллектор и измерение обратных токов переходов производится аналогично проверке и измерению  $I_{обр.}$  на приборе ИПТ-3С. Необходимо только не забывать пользоваться переключателем *Род работы*. Ключом *Пределы  $I_{обр.}$*  можно выбрать предел измерения 5 *ма*, 500 *мка*, 50 *мка*.

При измерении коэффициента усиления переключатель рода работы устанавливается в положение «В», а переключателем параметров выбирается положение установки фиксированного тока коллектора. Это делается следующим образом: в положении «В × 25» соответствующей ручкой *Установка  $I_{к.}$*  попытаться установить стрелку на конец шкалы; если в положении «В × 25» этого сделать невозможно, то надо повторить установку тока коллектора либо в положении «В × 5», либо в положении «В» соответствующей положению переключателя ручкой *Установка  $I_{к.}$* .

В положении измерения коэффициента усиления, соответствующем установочному («В × 25», «В × 5» или «В»), по шкале «изм. В» произвести отсчет значения *В* при умножении результата показаний на 25,5 или 1 (в соответствии с положением переключателя). При измерении *В* у транзисторов средней и большой мощности нормальным является их нагрев.

**Работа с прибором ИПТ-5С.** С помощью прибора можно проверить наличие пробоя любого перехода транзистора в положениях *ЭК*, *БК*, *БЭ* переключателя *Параметры*.

Обратные токи переходов измеряются так же, как на приборах ИПТ-3С и ИПТ-4С.

При измерении коэффициента усиления *В* при фиксированном токе базы в положении переключателя параметров  $I_b$  соответствующей ручкой *Уст.  $I_b$*  устанавливают стрелку на всю шкалу, а в любом удобном для отсчета положении («В × 8» или «В × 2») отсчитывается величина *В* при  $I_b = \text{const}$  умножением результата показаний на 8 или 2.

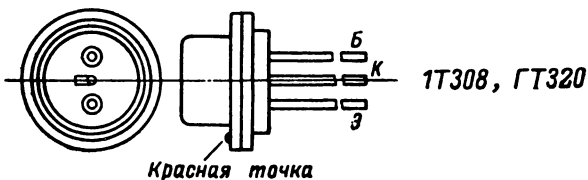
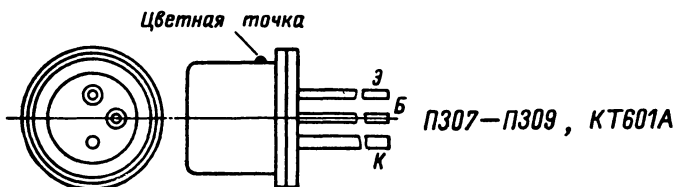
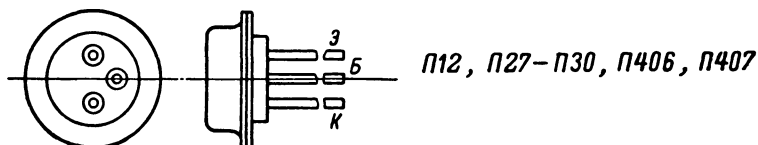
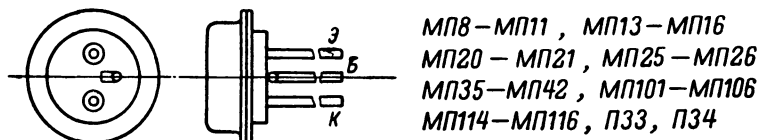
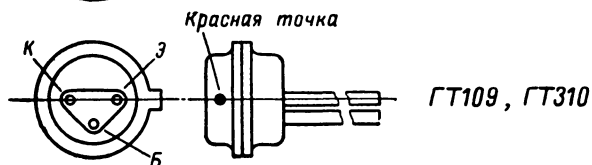
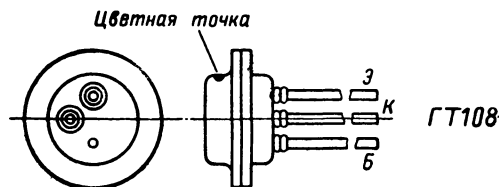
При измерении *В* при фиксированном токе коллектора переключатель параметров устанавливается в положение *Изм. В*. Переключатель *Уст.  $I_{к.}$* , *Изм.  $I_b$*  (В) установить в первое положение. Соответствующей ручкой (5 *ма* для маломощных, 250 *ма* для мощных транзисторов) попытаться установить стрелку в конце шкалы. При невозможности установки стрелки в конце шкалы в первом положении повторить установку стрелки в третьем или пятом положении *Уст.  $I_{к.}$*  переключателя соответствующей ручкой. Если стрелка уста-

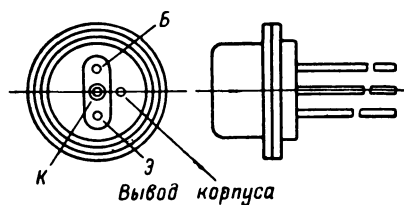
навливается в конце шкалы в первом положении *Уст.*  $I_k$ , то отсчет  $V$  производится в положении  $I_6 (V \times 25)$ , если в третьем положении — то отсчет  $V$  производится в положении  $I_6 (V \times 5)$ , если в пятом — то отсчет  $V$  производится в положении  $I_6 (V)$ . В положении  $I_6 (V \times 25)$  результат показаний умножается на 25, в положении  $I_6 (V \times 5)$  — на 5, а в положении  $I_6 (V)$  производится непосредственный отсчет по шкале. Так же как при работе с прибором ИПТ-4С, при измерении  $V$  при  $I_k = \text{const}$  у транзисторов средней и большой мощности нормальным является их нагрев.

На этом проверка и измерение параметров постоянного тока транзисторов с помощью описанных приборов заканчивается.

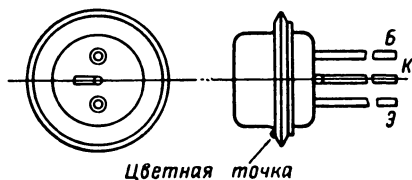
После окончания работы на приборах желательно все ручки и переключатели установить в крайнее левое положение.

ОБЩИЙ ВИД И СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ  
ВЫВОДОВ ТРАНЗИСТОРОВ

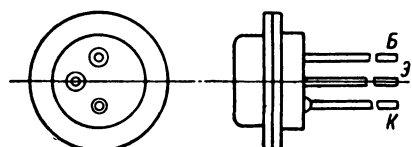




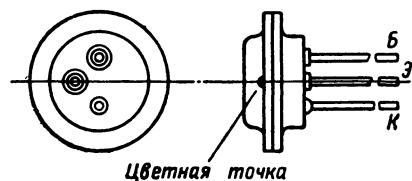
1Т311, 1Т313, ГТ313



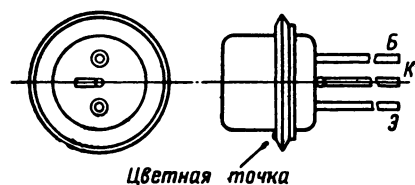
1Т321



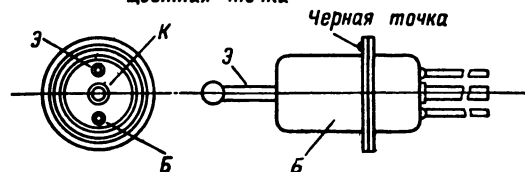
2Т301, КТ301



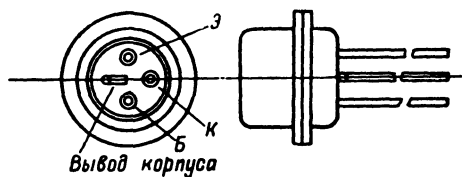
2Т312, ГТ309, ГТ204



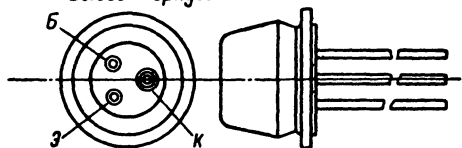
П401—П403, П414—П416  
П420—П423, 1Т303



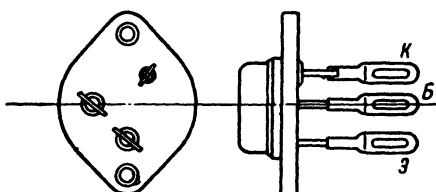
П410, П411



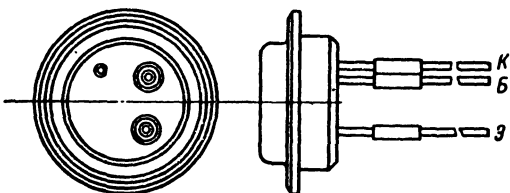
П504 — П505



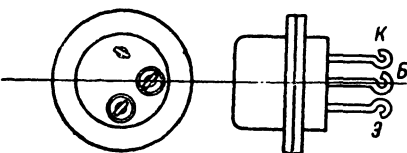
1Т403



П201 — П203  
(вариант I)

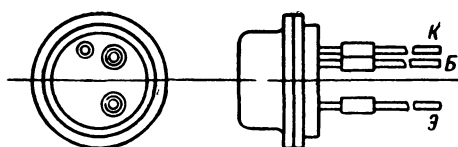


11209 , П210

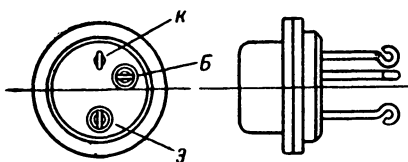


П302 — П304 , П306

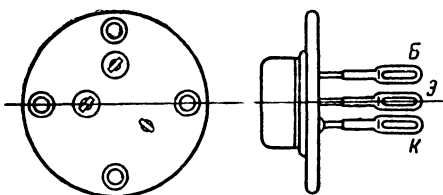




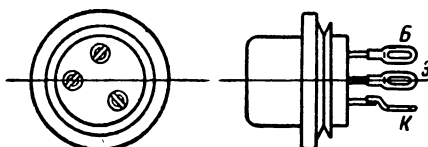
П605—П609



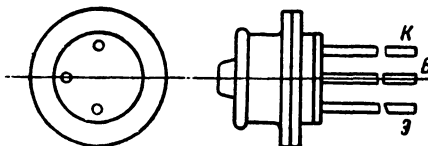
П701 , П702



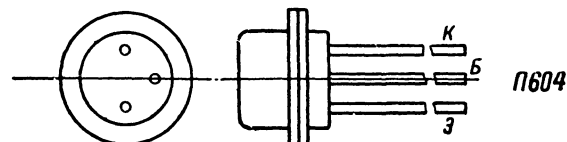
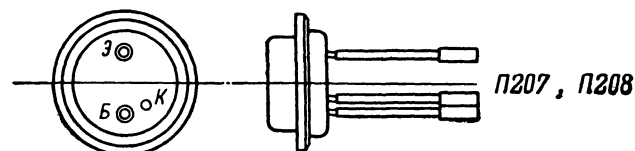
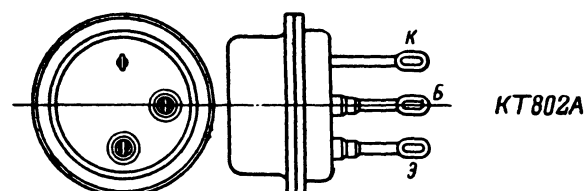
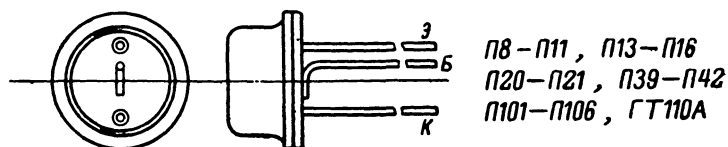
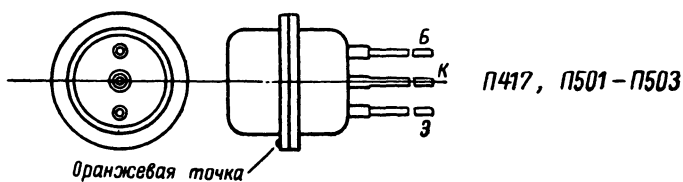
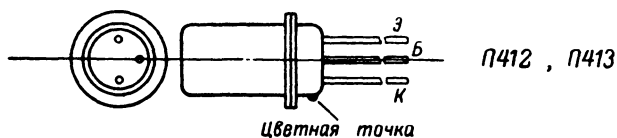
П4



П213—П217



П31, П32



# Параметры транзисторов и режимы их измерения

Тип тран- зистора	Тип про- вод- имос- ти	Предельно допустимые значения					$I_{к.н}, мка,$ при $U_{к.з}, в,$ не более	$I_{к.о}, мка, при$ $U_{к.б}, в, не бо-$ лее	$I_{э.о}, мка, при$ $U_{б.з}, в, не бо-$ лее	$V(\beta)$ при $U_{к.з}, в$
		$I_{к.макс},$ ма	$U_{к.э.макс},$ в	$U_{к.б.макс},$ в	$U_{б.э.макс},$ в	$P_{макс},$ мвт				
1Т308А	<i>p-n-p</i>	50	12	20	3	150	0,6—50/12	2/5	50/2	25—75
1Т308Б	То же	50	12	20	3	150	0,6—50/12	2/5	50/2	50—120
1Т308В	" "	50	12	20	3	150	0,6—50/12	2/5	50/2	80—150
1Т308Г	" "	50	12	20	3	150	0,6—50/12	2/5	50/2	100—300
1Т311А	<i>n-p-n</i>	50	12	12	2	150	—	5/12	10/2	15—180
1Т311Б	То же	50	12	12	2	150	—	5/12	10/2	30—180
1Т311В	" "	50	12	12	2	150	—	5/12	10/2	15—50
1Т311Г	" "	50	12	12	2	150	—	5/12	10/2	30—80
1Т311Д	" "	50	12	12	2	150	—	5/12	10/2	60—180
1Т313А	<i>p-n-p</i>	50	12	12	0,2	100	—	5/12	50/0,2	20—250/5
1Т313Б	То же	50	12	12	0,2	100	—	5/12	50/0,2	20—80/5
1Т313В	" "	50	12	12	0,2	100	—	5/12	50/0,2	60—250/5
1Т321А	" "	200*	50	60	4	160	800/50	100/30	500/4	20—60
1Т321Б	" "	200*	50	60	4	160	800/50	100/30	500/4	40—120
1Т321В	" "	200*	50	60	4	160	800/50	100/30	500/4	80—200
1Т321Г	" "	200*	50	45	2,5	160	800/40	500/45	500/2,5	20—60
1Т321Д	" "	200*	50	45	2,5	160	800/40	500/45	500/2,5	40—120
1Т321Е	" "	200*	50	45	2,5	160	500/40	500/45	500/2,5	80—200
1Т403А	" "	1 250	30	45	20	—	5 000/30	50/45	50/20	20—60/5
1Т403Б	" "	1 250	30	45	20	—	5 000/30	50/45	50/20	50—150/5
1Т403В	" "	1 250	45	60	20	—	5 000/45	50/60	50/20	20—60/5
1Т403Г	" "	1 250	45	60	20	—	5 000/45	50/60	50/20	50—150/5
1Т403Д	" "	1 250	45	60	30	—	5 000/45	50/60	50/30	50—150/5
1Т403Е	" "	1 250	45	60	20	—	5 000/45	50/60	50/20	≥30/5

Тип тран- зистора	Тип про- во- димос- ти	Предельно допустимые значения					$I_{к.н.}, мка, при$ $U_{к.э.}, в, не бо-$ лее	$I_{к.о.}, мка, при$ $U_{к.б.}, в, не$ более	$I_{э.о.}, мка, при$ $U_{б.э.}, в, не$ более	$V(\beta)$ при $U_{к.э.}, в$
		$I_{к.макс.},$ ма	$U_{к.э.макс.},$ в	$U_{к.б.макс.},$ в	$U_{б.э.макс.},$ в	$P_{макс.},$ мвт				
1Т403Ж	<i>p-n-p</i>	1 250	60	80	20	—	6 000/60	70/80	70/20	20—60/5
1Т403И	То же	1 250	60	80	20	—	6 000/60	70/80	70/20	50—150/5
2Т301Г	<i>n-p-n</i>	10	30	30	3	150	—	30/30	50/3	10—32/10
2Т301Д	То же	10	30	30	3	150	—	30/30	50/3	20—60/10
2Т301Е	" "	10	20	20	3	150	—	30/20	50/3	40—120/10
2Т301Ж	" "	10	20	30	3	150	—	30/20	50/3	80—300/10
2Т312А	" "	30	15	15	4	225	—	1/15	10/4	12—100
2Т312Б	" "	30	30	30	4	225	—	1/30	10/4	25—100
2Т312В	" "	30	15	15	4	225	—	1/15	10/4	50—250
ГТ108А	<i>p-n-p</i>	50	—	10	—	75	—	10/5	15/5	20—50/5
ГТ108Б	То же	50	—	10	—	75	—	10/5	15/5	35—80/5
ГТ108В	" "	50	—	10	—	75	—	10/5	15/5	60—130/5
ГТ108Г	" "	50	—	10	—	75	—	10/5	15/5	110—250/5
ГТ109А	" "	20	6	10	—	30	—	5/5	5/5	20—50/5
ГТ109Б	" "	20	6	10	—	30	—	5/5	5/5	35—80/5
ГТ109В	" "	20	6	10	—	30	—	5/5	5/5	60—130/5
ГТ109Г	" "	20	6	10	—	30	—	5/5	5/5	110—250/5
ГТ109Д	" "	20	6	10	—	30	—	2/1,2	3/1,2	20—70/1,2
ГТ109Е	" "	20	6	10	—	30	—	2/1,2	3/1,2	50—100/1,2
ГТ109Ж	" "	20	6	10	—	30	5/1,5	1/1,5	—	≥100/1,5
ГТ309, В, Д	" "	10	10	—	—	50	—	5/5	—	20—70/5
ГТ309Б, ГЕ	" "	10	10	—	—	50	—	5/5	—	60—180/5
ГТ310А, ВД	" "	10	10	12	—	20	—	5/5	—	20—70/5
ГТ310Б, ГЕ	" "	10	10	12	—	20	—	5/5	—	60—180/5
ГТ313А, Б	" "	10	12	15	—	100	—	3/12	10/0,25	20—250/5

Тип трансформатора	Тип проводимости	Предельно допустимые значения					$I_{\text{н.н.}} \text{ мка, при } U_{\text{н.в.}}, \text{ в, не более}$	$I_{\text{н.о.}} \text{ мка, при } U_{\text{н.б.}}, \text{ в, не более}$	$I_{\text{з.о.}} \text{ мка, при } U_{\text{з.з.}}, \text{ в, не более}$	$V(\beta) \text{ при } U_{\text{н.в.}}, \text{ в}$
		$I_{\text{н.макс.}} \text{ ма}$	$U_{\text{н.в.макс.}}, \text{ в}$	$U_{\text{н.б.макс.}}, \text{ в}$	$U_{\text{з.в.макс.}}, \text{ в}$	$P_{\text{макс.}} \text{ мвт}$				
ГТ110А	<i>p-n-p</i>	20	15	15	15	150	—	30/30	—	$\geq 10/5$
ГТ204	То же	5	5	5	5	50	—	20/5	—	10—200/5
ГТ320А	" "	150	15	20	3	200	—	10/20	100/2	$\geq 20$
ГТ320Б	" "	150	10	20	3	200	—	10/20	100/2	$\geq 40$
ГТ320В	" "	150	9	20	3	200	—	10/20	100/2	$\geq 60$
КТ301	<i>n-p-n</i>	10	20	20	3	150	—	40/20	50/3	20—60
КТ301А,Е	То же	10	20	20	3	150	—	40/20	50/3	40—120
КТ301Б,В	" "	10	30	30	3	150	—	40/30	50/3	10—32
КТ301Г,Д	" "	10	20	20	3	150	—	40/20	50/3	10—32
КТ301Ж	" "	10	20	20	3	150	—	40/20	50/3	80—300
КТ601А	" "	30	100	100	2	500	50/50	—	50/2	$\geq 16/20$
КТ802А	" "	5 000	130	150	3	50 000	—	60 000/150	—	$\geq 15/10$
ПЧА	<i>p-n-p</i>	5 000	50	60	40	20 000	50 000/50	500/10	—	$\geq 5/10$
ПЧБ	То же	5 000	60	70	50	20 000	20 000/60	400/10	—	8—20/10
ПЧВ	" "	5 000	35	40	25	20 000	20 000/35	400/10	—	10/10
ПЧГ	" "	5 000	50	60	40	20 000	20 000/50	400/10	—	15—30/10
ПЧД	" "	5 000	50	60	40	20 000	20 000/50	400/10	—	$\geq 30/10$
П8	<i>n-p-n</i>	20	25	15	15	150	30/15	30/15	30/15	$\geq 10/5$
П9А	То же	20	25	15	15	150	30/15	10/15	30/15	15—45/5
П10	" "	20	25	15	15	150	30/15	10/15	15/5	15—30/5
П10А	" "	20	30	30	30	150	30/15	30/30	30/30	15—30/15
П10Б	" "	20	30	30	30	150	30/15	100/30	30/30	25—50/15
П11	" "	20	25	15	15	150	30/15	30/15	30/15	25—50/5
П11А	" "	20	25	15	15	150	30/15	30/15	30/15	45—100/5
П12	<i>p-n-p</i>	5	6	6	6	30	—	6/6	10/6	$\geq 20/6$

Тип тран- зистора	Тип про- во- димос- ти	Предельно допустимые значения					$I_{к.н.}^{мкв}$ , при $U_{к.э.} \leq$ , не более	$I_{к.о.}^{мкв}$ , при $U_{к.б.} \leq$ , не более	$I_{э.о.}^{мкв}$ , при $U_{б.э.} \leq$ , не более	$V(\beta)$ при $U_{к.э.} \leq$
		$I_{к.макс}^{ма}$	$U_{к.э.макс}^{в}$	$U_{к.б.макс}^{в}$	$U_{б.э.макс}^{в}$	$P_{макс}^{мвт}$				
П12А	<i>p-n-p</i>	5	6	6	6	30	—	6/6	6/6	20—40/6
П13	То же	10	15	15	—	150	—	15/5	15/5	$\geq 12/5$
П13Б	" "	10	15	15	—	150	30/15	10/5	10/5	20—60/5
П14	" "	10	15	15	—	150	—	15/5	15/5	20—40/5
П14А	" "	10	30	30	—	150	—	15/5	15/5	20—40/5
П14Б	" "	10	30	30	—	150	—	15/5	15/5	30—60/5
П15	" "	10	15	15	—	150	—	15/5	15/5	50—100/5
П15А	" "	10	15	15	—	150	—	15/5	15/5	50—100/5
П16	" "	50	15	—	—	200	—	—	—	20—35/5
П16А	" "	50	15	—	—	200	—	—	—	30—50/5
П16Б	" "	50	15	—	—	200	—	—	—	45—100/5
МП20	" "	300**	30	50	—	150	—	50/50	50/50	50—150/5
МП21	" "	300**	35	70	—	150	—	50/70	50/50	20—60/5
МП21А	" "	300**	35	70	—	150	—	50/70	50/50	50—150/5
МП21Б	" "	300**	40	70	—	150	—	50/70	50/50	20—80/5
МП20А	" "	300**	20	30	—	150	—	50/30	—	50—150/5
МП20Б	" "	300**	20	30	—	150	—	50/30	—	80—200/5
МП21В	" "	300**	30	40	—	150	—	50/40	50/40	20—100/5
МП21Г	" "	300**	35	60	—	150	—	50/60	50/40	20—80/5
МП21Д	" "	300**	30	50	—	150	—	50/50	50/40	60—200/5
МП21Е	" "	300**	35	70	—	150	—	50/70	50/40	30—150/5
МП25	" "	400**	40	40	40	200	—	150/40	150/40	10—25/20
МП25А	" "	400**	40	40	40	200	—	150/40	150/40	20—50/20
МП25Б	" "	400**	40	40	40	200	—	150/40	150/40	30—80/20
МП26	" "	400**	70	70	70	200	—	150/70	150/70	10—25/35

Тип тран- зистора	Тип прово- димо- сти	Предельно допустимые значения					$I_{к.н'}$ мка, при $U_{к.з'}$ в, не более	$I_{к.о'}$ мка, при $U_{к.б'}$ в, не более	$I_{з.о'}$ мка, при $U_{б.в'}$ в, не более	В(в) при $U_{к.в'}$ в
		$I_{к.макс'}$ ма	$U_{к.з.макс'}$ в	$U_{к.б.макс'}$ в	$U_{б.з.макс'}$ в	$P_{макс'}$ мвт				
МП26А	p-n-p	400**	70	70	70	200	—	150/70	150/70	20—50/35
МП26Б	То же	400**	70	70	70	200	—	150/70	150/70	30—80/35
П27	" "	6	5	5	—	30	—	3/5	—	20—100/5
П27А	" "	6	5	5	—	30	—	3/5	—	20—170/5
П28	" "	6	5	5	—	30	—	3/5	—	20—200/5
П29	" "	100*	12	12	12	30	—	4/12	4/12	25—50/5
П29А	" "	100*	12	12	12	30	—	4/12	4/12	45—90/5
П30	" "	100*	12	12	12	30	—	4/12	4/12	80—160/5
П31	n-p-n	50	25*	12*	12*	30	—	5/12	5/12	25—50
П31А	То же	50	25*	12*	12*	30	—	5/12	5/12	45—90
П32	" "	50	25*	12*	10*	30	—	5/12	5/12	45—135
П33	p-n-p	100	15	15	15	30	—	5/15	5/15	16—40
П34	То же	100	15	15	15	30	—	5/15	5/15	32—100
МП35	n-p-n	20	15	15	—	150	30/5	—	15/5	10—125/5
МП36А	То же	20	15	15	—	150	30/5	—	15/5	15—45/5
МП37	" "	20	15	15	—	150	30/5	—	15/5	15—30/5
МП37А	" "	20	30	30	—	150	30/5	—	15/5	15—30/15
МП37Б	" "	20	30	30	—	150	30/5	—	15/5	25—50/15
МП38	" "	20	15	15	—	150	30/5	—	15/5	25—55/15
МП38А	" "	20	15	15	—	150	30/5	—	15/5	45—100/5
П39	p-n-p	150*	15	15	5	150	—	15/5	30/5	≥12/5
П39Б	То же	150*	15	15	5	150	—	15/5	30/5	20—60/5
П40	" "	150*	15	15	5	150	—	15/5	30/5	20—40/5
П40А	" "	150*	30	30	5	150	—	15/5	30/5	20—40/5
П41	" "	150*	15	30	5	150	—	15/5	30/5	30—60/5

Тип трансформатора	Тип проводимости	Предельно допустимые значения					$I_{к.н.}^{макс}$ , при $U_{к.в.} \leq U_{н.в.}$	$I_{к.о.}^{макс}$ , при $U_{к.в.} \leq U_{н.в.}$	$I_{з.о.}^{макс}$ , при $U_{з.в.} \leq U_{н.в.}$	В(В) при $U_{к.в.} \leq U_{н.в.}$
		$I_{к.макс}^{макс}$	$U_{к.з.макс}$	$U_{к.б.макс}$	$U_{з.з.макс}$	$P_{макс}$ , Вт				
П41А	p-n-p	150*	15	30	5	150	—	15/5	30/5	50—100/5
П42	То же	150**	15	30	—	200	—	—	—	20—35
П42А	" "	150**	15	30	—	200	—	—	—	30—50
П42Б	" "	150**	15	30	—	200	—	—	—	45—100
МП101	n-p-n	20	20	20	20	150	3/20	1/5	3/20	10—25/5
МП101А	То же	20	10	10	10	150	3/10	1/5	3/10	10—30/5
МП101Б	" "	20	20	20	20	150	3/20	1/5	3/20	15—45/5
МП102	" "	20	10	10	10	150	3/10	1/5	3/10	15—45/5
МП103	" "	20	10	10	10	150	3/10	1/5	3/10	15—45/5
МП103А	" "	20	10	10	10	150	3/10	1/5	3/10	30—75/5
МП104	p-n-p	10	60	60	30	150	1 000/70	400/30+120°	200/10+120°	≥9/5
МП105	То же	10	30	30	15	150	1 000/40	400/15+120°	200/10+120°	9—45/5
МП106	" "	10	15	15	10	150	1 000/20	400/10+120°	200/5+120°	15—100/5
МП114	" "	10	60	60	10	150	—	10/30	10/10	≥9/5
МП115	" "	10	30	30	10	150	—	10/15	10/10	9—45/5
МП116	" "	10	15	15	10	150	—	400/10+100°	200/5+100°	15—100/5
П201	" "	1 500	30	45	—	10 000	—	400/20	400/10	≥20/10
П201А	" "	2 000*	30	45	—	30 000*	—	400/20	400/10	≥40/10
П202	" "	2 500*	55	70	—	40 000*	—	400/30	400/10	≥20/10
П203	" "	2 500*	55	70	—	40 000*	—	400/30	400/10	≥20/10
П207, А	" "	25 000	40	45	20	100 000	—	16 000/45	—	≥15
П208, А	" "	25 000	60	65	30	100 000	16 000/60	25 000/65	—	≥15
П209, А	" "	12 000	45	45	10	60 000	5 000/40	8 000/45	—	≥15
П210, А	" "	12 000	65	65	25	60 000	5 000/40	8 000/45	—	≥15
П213	" "	5 000	40	45	15	11 500	—	150/45	300/15	20—50/5



Тип тран- зистора	Тип про- во- димос- ти	Предельно допустимые значения					$I_{к.н.}, мка, при$ $U_{к.э.}, в, не$ более	$I_{к.о.}, мка, при$ $U_{к.б.}, в, не$ более	$I_{э.о.}, мка, при$ $U_{б.э.}, в, не$ более	$V(β) при$ $U_{к.э.}, в$
		$I_{к.макс.},$ ма	$U_{к.э.макс.},$ в	$U_{к.б.макс.},$ в	$U_{б.э.макс.},$ в	$P_{макс.},$ мвт				
П213А	$p-n-p$	5 000	30	45	10	10 000	—	1 000/45	400/10	$\geq 20$
П213Б	То же	5 000	30	45	10	10 000	—	1 000/45	400/10	$\geq 40$
П214	" "	5 000	55	60	10	10 000	—	300/60	2 500/10	20—60
П214А	" "	5 000	55	60	10	10 000	—	300/60	2 500/10	50—150
П214Б	" "	5 000	55	60	10	10 000	—	150/60	2 500/10	20—150
П214В,Г	" "	5 000	55	60	10	10 000	—	1 500/60	400/10	$\geq 20$
П215	" "	5 000	70	80	10	10 000	—	300/80	2 500/10	20—150
П216	" "	7 500	40	40	15	30 000	—	500/40	400/15	$\geq 18$
П216А	" "	7 500	40	40	15	30 000	—	500/40	400/15	20—80
П216Б	" "	7 500	35	35	15	24 000	—	1 500/35	750/15	$\geq 10$
П216В	" "	7 500	35	35	15	24 000	—	2 000/35	750/15	$\geq 30$
П216Г	" "	7 500	50	50	15	24 000	—	2 500/50	750/15	$\geq 5$
П216Д	" "	7 500	50	50	15	24 000	—	2 000/50	750/25	15—30
П217	" "	7 500	60	60	15	24 000	—	500/60	750/15	$\geq 15$
П217А	" "	7 500	60	60	15	24 000	—	500/60	750/15	20—60
П217Б	" "	7 500	60	60	15	24 000	—	500/60	750/15	$\geq 20$
П217В,Г	" "	7 500	60	60	15	24 000	—	3 000/60	750/15	15—40
П302	" "	500	30	30	—	7 000	1 000/40	100/35	—	$\geq 10/10$
П303,А	" "	500	50	50	—	10 000	1 000/70	100/60	—	$\geq 6$
П304	" "	500	65	65	—	10 000	1 000/100	100/60	—	$\geq 5$
П306	" "	400	60	60	—	10 000	1 000/70	100/60	—	7—25/10
П306А	" "	400	80	80	—	10 000	1 000/100	100/80	—	5—35/10
П401	" "	20	10	10	1	100	—	10/5	100/0,75	16—300/5
П402	" "	20	10	10	1	100	—	5/5	100/1	16—250/5
П403	" "	20	10	10	1	100	—	5/5	100/1	30—100/5

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Основные параметры транзисторов . . . . .	3
Методы проверки и измерения параметров транзисторов	7
Самодельные приборы для проверки и измерения параметров транзисторов . . . . .	11
Правила работы с приборами . . . . .	32
Приложение 1. Общий вид и схемы расположения выводов транзисторов . . . . .	37
Приложение 2. Параметры транзисторов и режимы их измерения . . . . .	42

**Цена 13 коп.**